Nielsen-Oscarsson Fastigheter AB

VA-, dagvatten och skyfallsutredning till Hults höjd i Trollhättan - Detaljplaneskede

Uppdragsnr: 108 54 66 Version: 2 Datum: 2025-04-09

Norconsult

Uppdragsgivare:	Nielsen-Oscarsson Fastigheter AB
Uppdragsgivarens kontaktperson:	Anders Oscarsson
Konsult:	Norconsult AB, Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg
Uppdragsledare:	Adam Västernäs
Teknikansvarig:	Adam Dahlin
Granskare skyfallsmodell:	Martin Rosén
Handläggare:	Johanna Pettersson, Martin Olsson, Johanna Pålsson

Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt
Version 2	2025-04-09		Adam Dahlin, Johanna Pålsson		Adam Dahlin
GH	2025-03-28	Externgranskning för detaljplan	Adam Dahlin, Johanna Pålsson	Adam Dahlin, Johanna Pålsson Martin Rosén	Adam Dahlin
Version 1	2023-11-13		Johanna Pettersson, Martin Olsson, Johanna Pålsson	Adam Dahlin	Adam Dahlin
GH	2023-10-19		Johanna Pettersson, Martin Olsson, Johanna Pålsson	Adam Dahlin	Adam Dahlin

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

Sammanfattning

På uppdrag av Nielsen-Oscarssons Fastigheter AB (NOFAB) har Norconsult AB utfört föreliggande VA-, dagvatten- och skyfallsutredning till detaljplanskedet för Hults höjd i Trollhättan. Planområdet omfattar ca 58 ha och består huvudsakligen av skogsmark. Inom detaljplanen planeras en tillkommande exploatering om ca 550 bostäder vilka ämnas att fördelas mellan olika bostadstyper, en förskola samt två BmSS-boenden. Utbyggnad av tillkommande exploatering kommer ske etappvis.

Befintlig dagvattenhantering sker via ytlig avledning till recipienten Göta älv. En vattendelare finns inom planområdet, med avrinning sydväst och österut.

Föreslagen dagvattenhantering innefattar ett svackdike och en dagvattendamm i väst, och i öst föreslås en seriekopplad dagvattenlösning med två öppna dagvattensstråk och två dagvattendammar. Öppet dagvattensstråk kan utformas med trappning. Dagvattendammen i väst har utformats enligt dimensioneringsförutsättningarna angivna i Svenskt Vattens publikation P110 (2016) för att fördröja ett framtida 10-årsregn till ett befintligt 10-årsregn. För dagvattenanläggningarna i öster har kapaciteten i nedströms trummor inom befintligt markavvattningsförtag varit dimensionerande. Dagvattenanläggningarna i öster har dimensionerats för att fördröja ett framtida 15-årsregn till ett befintligt 15-årsregn. Väg och gata inom hela planområdet förutsätts avvattnas till dagvattenledningsnätet via rännstensbrunnar.

Ett fördjupat utformningsförslag har tagits fram för tillkommande VA-system. Genom planområdet återfinns en huvudväg med en höjdpunkt vid befintlig vattendelare. Spillvattnet nordost om vattendelaren föreslås avledas till en tillkommande pumpstation i planområdets östra del, i närhet till dagvattendammarna. Detta med undantag för ett villaområde som önskas ingå i utbyggnadsetapp 1. Villaområdet ansluts till självfallssystemet sydväst om vattendelaren. Vattenledningar föreslås att anläggas med rundmatning. Inom planområdet erfordras ett brandvattenflöde om 10–20 l/s. Brandvattenposter har placerats ut med ett intervall om 150 m. Spillvatten ansluts till befintlig ledning i närhet till Älvåsvägen (sydväst om planområdet, öster om Vänersborgsvägen), och vatten ansluts i närhet till Vänersborgsvägen/infartsvägen.

Utförda föroreningsberäkningar i verktyget StormTac visar på att flertalet av de studerade ämnena kommer att minska i såväl halt som mängd jämfört med befintlig föroreningsbelastning efter rening i föreslagna dagvattensystem. Samtliga föroreningshalter uppfyller Miljöförvaltningen Göteborgs Stads riktvärden gällande utsläpp av dagvatten till recipienter. Endast halten av kadmium bedöms överskrida gränsvärdet för god status enligt HVMFS 2019:25. Belastningen av näringsämnen beräknas öka efter exploatering, trots omfattande reningsanläggningar. Ökningen är mycket liten i förhållande till recipientens vattenföring och årliga transport av näringsämnen, och vattenförekomsternas höga status bedöms ej riskeras.

För att förhindra översvämning föreslås området att höjdsättas så att naturliga rinnvägar bevaras. Byggnader förslås placeras på högre marknivå än anslutande gatumark.

I syfte att analysera hur aktuellt bebyggelseförslag påverkar översvämningssituationen för intilliggande väg E45 och för befintligt markavvattningsföretag har en skyfallskartering utförts. Skyfallskarteringen påvisar att planens genomförande inklusive föreslagna dagvattenåtgärder och planerad skyddsvall inte beräknas att leda till högre översvämningsdjup nedströms planområdet vid ett 100- eller 200-årsregn. Resultat från skyfallssimuleringar visar även att maximalt flöde över E45 beräknas att minska. Vid ett 100-årsregn kan något förändrade flöden längs markavvattningsföretaget konstateras men förändringen är relativt liten och bedöms inte leda till negativa konsekvenser då ingen förändring av maximala vattendjup beräknas att ske. Planerad skyddsvall leder till en ökad magasineringsvolym och hjälper därmed skyfallssituationen för nedströms områden. Att skyddsvallen anläggs är således en förutsättning för att erhålla de skyfallsresultat som redovisas i aktuell utredning.

Begreppsförklaringar

Avrinningsområde: Område från vilket vatten kan avledas med självfall eller genom pumpning till en och samma punkt. I ett avloppssystem bildar de naturliga höjderna –vattendelarna –områdesgränser för såväl spill-som dagvattenledningssystemen.

Avrinningskoefficient: Avrinningskoefficienten (φ) är ett mått på den maximala andelen av ett avrinningsområde som kan bidra till avrinningen. Den beror förutom på exploateringsgrad och hårdgörningsgrad även på områdets lutning samt regnintensiteten. Ju större lutning och ju högre intensitet, desto större avrinningskoefficient.

Markavvattningsföretag: en samfällighet som bildats för att förbättra markavvattning och vattenavledning, ofta för att skapa ny jordbruksmark.

Dimensionerande varaktighet: en vald tid i minuter under vilken ett regn med en bestämd återkomsttid pågår, används för beräkning och modellering.

Huvudman: den som driver en gemensam eller allmän anläggning för vägar, allmän platsmark, ledningar, VA etc.

Instängt område: Område varifrån dagvatten ytledes inte kan avledas med självfall.

Recipient: mottagare av dagvatten, i detta fall Göta älv.

Reducerad area: Den del av ett avrinningsområde som medverkar till avrinningen. Produkten av avrinningskoefficienten och bruttoarean.

Regnintensitet: Regnintensiteten har historiskt sett uttryckts som liter per sekund och hektar(l/s/ha). I VA-litteraturen över åren har en mängd varianter för att skriva enheten använts. De vanligaste är: l/s o ha, l/s och ha, l/s·ha eller l/s ha.

Rinntid: Den maximala tid det tar för regn som faller inom avrinningsområdet att rinna till den punkt där allt dagvatten från området avleds. Rinntiden är en kombination av den sträcka det avrinnande vattnet ska tillryggalägga samt den hastighet som vattnet har. Ett annat ord för rinntid är koncentrationstid, från engelskans ”time of concentration”. Rinntiden kan sägas vara den tid det tar att koncentrera all avrinning till en punkt.

Trycklinje: Trycklinjen förbinder nivåer till vilka en fri vattenyta kan stiga. Ett exempel är en ledning med trycklinjen ovanför hjässan på ledningen, som innebär att vattnet i en anslutande ledning kan stiga till den nivå som motsvarar trycklinjens nivå.

Återkomsttid: Tidsintervall (i medeltal, sett över en längre tidsperiod) mellan regn- eller avrinningstillfällen för en viss given intensitet och varaktighet.

Innehåll

1 Inledning 7
1.1 Planerad exploatering 8
1.2 Underlag 10
2 Förutsättningar 11
2.1 Dagvattenstrategi Trollhättans Stad 11
2.2 Dimensioneringsförutsättningar 11
2.3 Riktvärden för föroreningskoncentrationer 12
2.4 Recipient 12
2.5 Skyddsvärda intressen 15
2.6 Geoteknik och grundvatten 15
2.7 Markavvattnings-/sjösänkningsföretag 16
2.8 Trummor under E45 17
3 Befintligt VA-system 19
4 Befintlig dagvattenhantering 20
4.1 Avrinningsområden och lågpunktskartering 20
4.1.1 Befintligt makadamdike 23
4.1.2 Kapacitet på nedströms trummor 24
4.1.3 Befintliga dagvattenflöden 24
5 Föreslagna system 26
5.1 Vatten- och spillvattensystem 27
5.1.1 Dricksvattenförbrukning 27
5.1.2 Föreslaget dricksvattensystem 28
5.1.3 Spillvattenflöden 28
5.1.4 Föreslaget spillvattensystem 28
5.2 Föreslagen dagvattenhantering 29
5.2.1 Utformning och säkerhet 30
5.2.2 Framtida dagvattenflöden 33
5.2.3 Erforderlig fördröjningsvolym 34
6 Dagvattenföroreningar 35
6.1 Påverkan på recipientens status 38
7 Avrinning och höjdsättning vid extrem nederbörd 39
8 Skyfall 40
8.1 Resultat skyfallssimuleringar 41
8.1.1 Planens påverkan på nedströms område 46
8.2 Analys av resultat skyfallssimuleringar 46
8.2.1 Inom planområdet 46
8.2.2 Nedströms planområdet 47
9 Slutsats 48
10 Referenser 49

Bilags- och ritningsförteckning

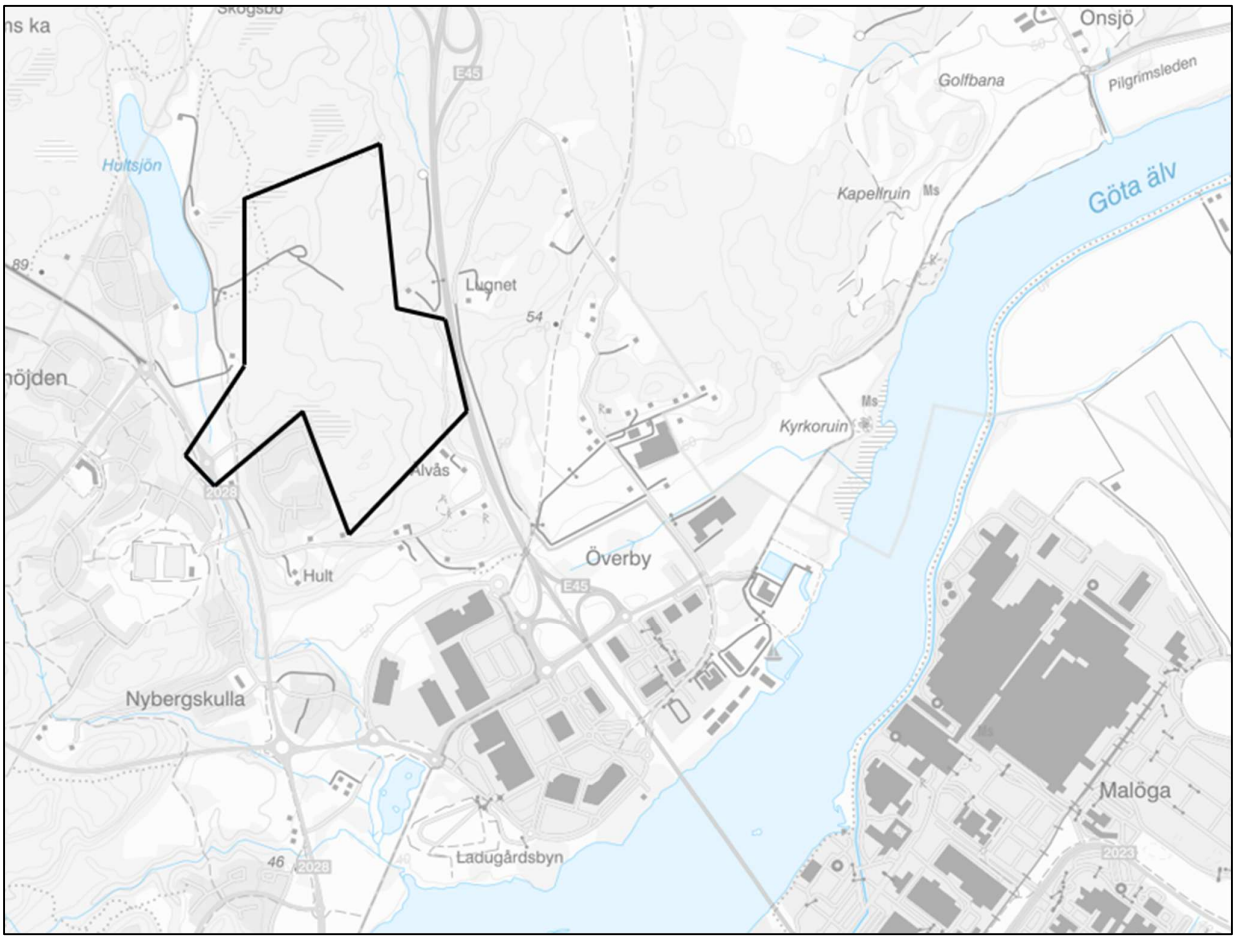
Bilaga 1	-	Teknisk beskrivning av skyfallsmodell
Bilaga 2A	-	Befintliga förhållanden 100-årsregn maximalt vattendjup
Bilaga 2B	-	Befintliga förhållanden 100-årsregn maximalt flöde
Bilaga 3A	-	Befintliga förhållanden 200-årsregn maximalt vattendjup
Bilaga 3B	-	Befintliga förhållanden 200-årsregn maximalt flöde
Bilaga 4A	-	Framtida förhållanden 100-årsregn maximalt vattendjup
Bilaga 4B	-	Framtida förhållanden 100-årsregn maximalt flöde
Bilaga 5A	-	Framtida förhållanden 200-årsregn maximalt vattendjup
Bilaga 5B	-	Framtida förhållanden 200-årsregn maximalt flöde
Bilaga 6A	-	Skillnad maximalt vattendjup 100-årsregn
Bilaga 6B	-	Skillnad maximalt flöde 100-årsregn
Bilaga 7A	-	Skillnad maximalt vattendjup 200-årsregn
Bilaga 7B	-	Skillnad maximalt flöde 200-årsregn

R-51-1-001	-	Översikts VA-system	(2023-11-13)
R-51-1-101	-	Lednings- och anläggningsplan	(2023-11-13)
R-51-1-102	-	Lednings- och anläggningsplan	(2023-11-13)
R-51-1-103	-	Lednings- och anläggningsplan	(2023-11-13)
R-51-1-104	-	Lednings- och anläggningsplan	(2023-11-13)
R-51-1-105	-	Lednings- och anläggningsplan	(2023-11-13)
R-51-1-201	-	Lednings- och anläggningsplan Fördjupat utformningsförslag dagvattensystem	
R-51-1-202	-	Lednings- och anläggningsplan Fördjupat utformningsförslag dagvattensystem	
R-51-1-203	-	Lednings- och anläggningsplan Fördjupat utformningsförslag dagvattensystem	
R-51-2-101	-	Ledningsprofil VA-1 (Huvudgata)	(2023-11-13)
R-51-2-102	-	Ledningsprofil VA-2 (Gata V), VA-3 (Gata SV)	(2023-11-13)
R-51-2-103	-	Ledningsprofil VA-4 (Gata Ö)	(2023-11-13)
R-51-2-104	-	Ledningsprofil VA-5 (Gata ÖM), VA-6 (GC ÖM3)	(2023-11-13)
R-51-2-105	-	Ledningsprofil VA-7 (Gata SÖ2)	(2023-11-13)

1 Inledning

På uppdrag av Nielsen-Oscarssons Fastigheter AB (NOFAB) har Norconsult AB utfört föreliggande VA-, dagvatten- och skyfallsutredning till detaljplan för Hults höjd i Trollhättan. Syftet med VA-, dagvatten- och skyfallsutredningen är att utreda dagvattensituationen före och efter bebyggelseförslaget, samt föreslå ett fördjupat utformningsförslag för VA-och dagvattenanläggningar. Utredningen ämnar även föreslå en hållbar dagvattenhantering samt säkerställa att planområdet inte medför ökade dagvattenflöden eller försämrade förutsättningar för recipienten att uppnå dess miljökvalitetsnormer (MKN). Ett fördjupat förslag för väg- och gatuutformning samt bebyggelseförslag har tagits fram parallellt med föreliggande utredning. Vidare ämnar utredningen att ta fram en skyfallsmodell i syfte att analysera hur bebyggelseförslaget påverkar översvämningssituationen för intilliggande väg E45 och för befintligt markavvattningsföretag sydöst om planområdet.

Planområdet är beläget ca 4,5 km norr om Trollhättan centrum i stadsdelen Överby, se Figur 1. Planområdet avgränsas i söder av odlingsmark och Överby handelsområde, i öster av E45 och i väster angränsar området till ett befintligt område med småhus, Hultsjön och Vänersborgsvägen. Markanvändningen inom planområdet består av och angränsar i huvudsak till skogsmark som används för skogsbruk.



Figur 1. Översiktskarta med ungefärligt planområde markerat med svart (Källa: Lantmäteriet).

1.1 Planerad exploatering

I planprogrammet för Hults höjd föreslås att området utvecklas med småskalig bebyggelse där många bostäder har trädgårdar (Trollhättans Stad, 2022). Inom området planeras, i linje med planprogrammet, exploatering av ca 550 bostäder i blandade boende- och upplåtelseformer, en förskola och två boenden med särskild service (BmSS). Utbyggnad av tillkommande exploatering kommer ske etappvis. I Figur 2 visas bebyggelseförslaget översiktligt. Figuren visar även ett tidigare bebyggelseförslag vilket delar av utredningen baseras på. De stora förändringarna från det äldre bebyggelseförslaget är i det sydvästra området.

Figur 2. Bebyggelseförslag över planområdet. Tidigare förslag till väster i bild 2023-06-30, och aktuellt förslag till höger 2025-03-28.

1.2 Underlag

Följande underlag har legat till grund för utredningen:

- Höjddata upplösning 1x1 m (raster), mottaget 2023- 03-15, Lantmäteriet via Trollhättans Stad
- Grundkarta i dwg-format i 3D, mottaget 2023-06-22, Trollhättans stad
- VA- och dagvattenledningsnät i dwg-format med vattengångsnivåer, material och dimension. Uppgift om tryck i befintligt vattenledningsnät vid anslutningspunkt, mottaget 2023-03-23, Trollhättans stad
- Inmätning av befintliga trummor och diken, mottaget 2023-04-14, Trollhättans stad
- Inmätning av befintligt makadamdike Berghöjdsvägen, mottaget 2023-04-24, Trollhättans stad

2 Förutsättningar

Nedan presenteras de förutsättningar som ligger till grund för utredningen. Ett platsbesök genomfördes till planområdet den 24 april 2023. Observationer och bilder från platsbesöket presenteras löpande i rapporten.

2.1 Dagvattenstrategi Trollhättans Stad

Trollhättans Stad antogs en ny dagvattenstrategi i juni 2021 (Trollhättans Stad, 2021). Dagvattenstrategin anger hur staden ska jobba för att hantera dagvattnet säkert, miljöanpassat och för att bidra till attraktiva stadsmiljöer. Fyra övergripande mål för en hållbar dagvattenhantering från den nya dagvattenstrategin är:

1. Bebyggelsen ska klara av förändrade klimatförhållanden med intensivare nederbörd utan skador orsakade av dagvatten. Dagvattenhanteringen ska utformas så att den efterliknar naturlig infiltration och avrinning så mycket som möjligt. På det sättet bevaras vattenbalansen, och negativ påverkan på grundvattennivåer och ytvattenflöden undviks.
2. Dagvattenhanteringen ska inte leda till försämrad vattenstatus i vattenområden. Den ska i stället främja att god vattenstatus uppnås.
3. Dagvatten ska användas som en resurs för att skapa attraktiva inslag i den bebyggda miljön.
4. För att nå målsättningen om en hållbar dagvattenhantering behöver samsyn, samordning och en genomtänkt ansvarsfördelning ske mellan stadens förvaltningar och bolag samt exploatörer och fastighetsägare.

I dagvattenstrategin identifieras också möjliga åtgärder för att uppnå målen:

1. Mark ska vid behov avsättas för dagvattenhantering. All mark är inte lämplig att bebygga, till exempel lågt liggande ytor och instängda områden.
2. Nya bebyggelseområden ska planeras för att tåla tillfälliga översvämningar vid skyfall.
3. Vid nyplanering ska platser för avledning, utjämning och eventuell rening av dagvatten reserveras.
4. Fördröjning och omhändertagande av dagvatten ska göras lokalt på kvartersmark och allmän platsmark så långt som möjligt innan det går vidare till samlad avledning från platsen. Inriktningen ska även vara att maximera andelen genomsläppliga ytor för att eftersträva infiltration.
5. Stadens skyfallskartering ska användas vid planering av bebyggelse och dagvattenutbyggnad.
6. Ett aktivt arbete ska bedrivas för att separera dagvatten från spillvattensystemet.

2.2 Dimensioneringsförutsättningar

Vid dimensionering av nya dagvattensystem inom planområdet används rekommenderat minimikrav på återkomsttid från Svenskt Vattens publikation P110, se Tabell 1. Planerad exploatering är klassad som tät bostadsbebyggelse. Enligt P110 ska tät bostadsbebyggelse dimensioneras för återkomsttid 5 år för regn vid fylld ledning. Kommunen ansvarar även för skador på byggnader orsakade av flöden och regn med en återkomsttid på minst 100 år (Svenskt Vatten, 2019).

Föreslagna dagvattenanläggningar kommer placeras vid planområdets utkanter, på lägre nivåer, varvid klassning av nedströms områden blir dimensionerande. Nedströms områden är glest bebyggda. Enligt P110 ska gles bostadsbebyggelse dimensioneras utifrån återkomsttid 10 år för trycklinje i marknivå. Dimensioneringen av förslagna dagvattenanläggningar inom området baseras även på kapaciteten i nedströms dagvattensystem, dit dagvatten från planområdet kommer avledas. För vidare platsspecifika dimensioneringsförutsättningar för dagvattenanläggarna, se Avsnitt 4.1.2.

Tabell 1. Minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem (Svenskt Vatten, P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten, 2016).

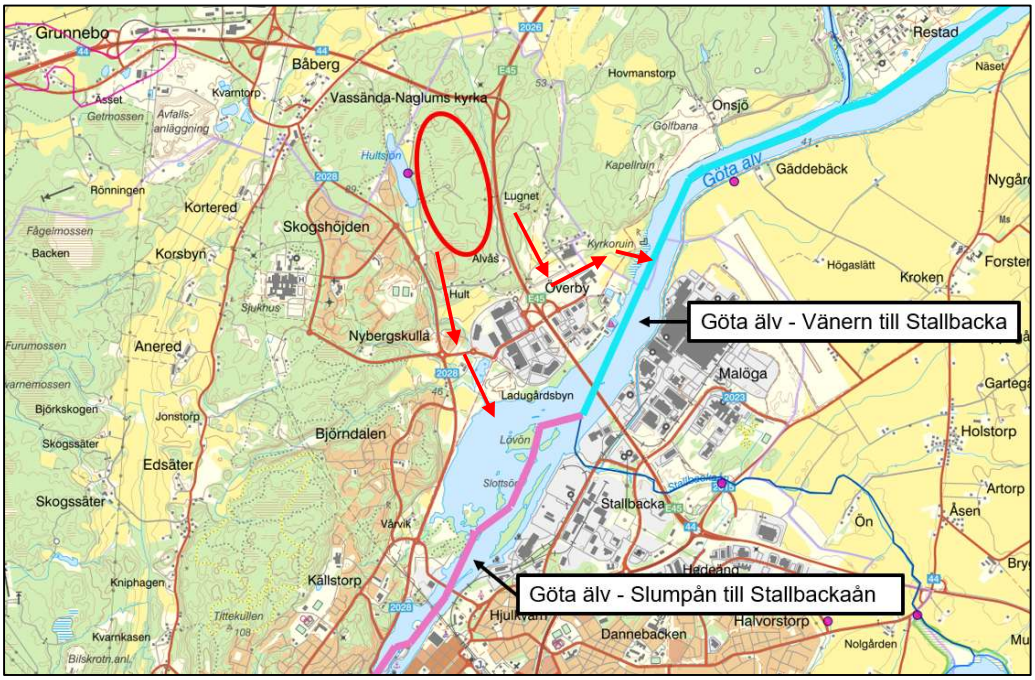
Nya duplikatsystem	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för markköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2	10	> 100 år
Tät bostadsbebyggelse	5	20	> 100 år
Centrum- och affärsområden	10	30	> 100 år

2.3 Riktvärden för föroreningskoncentrationer

För att tolka beräknade föroreningshalter används gränsvärden för god status i inlandsvatten HVMFS 2019:25. Riktvärden gällande utsläpp av dagvatten till recipienter enligt Miljöförvaltningen Göteborgs Stad används för att ge en indikation om halterna är höga eller låga för ämnen som ej täcks av gränsvärden HVMFS 2019:25.

2.4 Recipient

Recipient för planområdet är *Göta älv.* Göta älv är uppdelad i flera vattenförekomster. Planområdet avvattnas till vattenförekomsterna *Vänern till Stallbacka* och *Göta älv - Slumpån till Stallbackaån, se* Figur 3.



Figur 3. Vattenförekomsterna Göta älv - Vänern till Stallbacka (cyanblå) och Göta älv - Slumpån till Stallbackaån (rosa), planområdets läge är markerat med röd markering, röda pilar visar hur vattnet avrinner från planområdet till respektive vattenförekomst (Vatteninformationssytem Sverige, 2023).

År 2000 införde Europaparlamentet ramdirektivet för vatten (2000/60/EC), även kallat Vattendirektivet, med målsättningen att uppnå vattenkvalitet av god status inom hela EU. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av s.k. Miljökvalitetsnormer (MKN) för vattenförekomster.

MKN beskriver den vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha nått vid en viss tidpunkt. Vattenförekomster omfattar ytvatten (sjöar, vattendrag och kustvatten) samt grundvatten. Normen är en lägstanivå, vattenförekomsten får alltså inte påverkas på så sätt att kvaliteten blir sämre än den status som anges i normen.

Vattendirektivet utgår ifrån icke-försämringsprincipen vilket innebär att vattenförekomstens status ej får försämras. Enligt tidigare mål i EU-domstolen kan icke-försämringsprincipen tolkas som att om en enskild kvalitetsfaktor riskerar att försämras en klass bör den ej medges tillstånd. Detta gäller även om den övergripande statusen för vattenförekomsten ej påverkas. För att vattenförekomstens status ska förbättras krävs dock en högre ambition än icke-försämringsprincipen.

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat MKN för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet. MKN uttrycker den ekologiska och kemiska kvalitet som ska ha uppnåtts vid en viss tidpunkt. Den tidigare målsättningen var att alla definierade vattenförekomster skulle ha uppnått en god kemisk och ekologisk status år 2015. Detta har dock inte uppfyllts, varvid ytterligare åtgärder behövs i det fortsatta arbetet. Arbetet med vattenförvaltningen drivs i förvaltningscykler om sex år, vilket bl.a. innebär att en ny statusklassning genomförs vart sjätte år. Den första cykeln avslutades år 2009, den följande år 2015 och därefter år 2021. Pågående cykel avslutas 2027.

Göta älv - Vänern till Stallbacka

För stora delar av planområdet utgör *Göta älv - Vänern till Stallbacka* vattenförekomst, se Figur 3. Vattenförekomsten är ca 9 km lång och av kraftigt modifierad härkomst. Planområdet mynnar ut långt nedströms i vattenförekomsten.

Den ekologiska potentialen för *Göta älv - Vänern till Stallbacka* bedömdes enligt senast beslutad förvaltningscykel (förvaltningscykel 3, 2017–2021) till otillfredställande med målet är att uppnå god ekologisk potential 2039. Den ekologiska statusen för kraftigt modifierade vatten bedömdes till måttlig. Utslagsgivande kvalitetsfaktor för bedömningen är fisk och bottenfauna. Kvalitetsfaktorn fisk bedöms utslagsgivande baserat på att vandringsmöjligheter hindras och bestånd påverkas av flödesregleringen i vattenförekomsten. Bedömningen är kategoriserad som annan expertbedömning. Kvalitetsfaktorn bottenfauna bedöms utslagsgivande baserat på låg individtäthet. Bedömningen är kategoriserad som mätvärden – expertbedömning och bygger på ett mättillfälle. Påverkanskällor i form av punktkällor är förorenade områden och påverkanskällor i form av diffusa källor är jordbruk, transport och infrastruktur och atmosfärisk deposition samt förändring av konnektivitet genom dammar, barriärer och slussar - för vattenkraft.

Enligt Vatteninformationssystem Sverige (2023) har vattenförekomsten inga problem med övergödning, till följd av höga halter av näringsämnen. Under perioden 2013 till 2017 togs 51 prover som resulterade i ett medelvärde på 10 µg/l för totalfosfor.

Vattenförekomsten uppnår ej god kemisk status då flera prioriterade ämnen ej uppnår god status. De prioriterade ämnena som ej uppnår god status är bromerad difenyleter, PFOS samt kvicksilver och kvicksilverföreningar. Undantag med mindre stränga krav har satts för den kemiska statusen angående kvicksilver och bromerad difenyleter på grund av atmosfärisk deposition. Utsläpp under lång tid både i Sverige och internationellt har lett till långväga luftburen spridning och storskaliga luftnedfall av dessa föroreningar, vars gränsvärden bedöms överskridas i samtliga svenska vattenförekomster. För kvicksilver och PBDE bedöms det tekniskt omöjligt att sänka halterna till nivåer som motsvarar god kemisk status, varför undantag i form av mindre stränga krav har satts (Vatteninformationssystem Sverige, 2023).

Tabell 2. Statusklassning för Göta älv - Vänern till Stallbacka.

Göta älv (Vänern till Stallbacka)	Status	Miljökvalitetsnorm (MKN)
Ekologisk potential	Otillfredsställande	God ekologisk potential år 2039
Ekologisk status för kraftigt modifierade vatten	Måttlig	
Kemisk status	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus*

* Med undantag för mindre stränga krav för kvicksilver och kvicksilverföreningar samt PBDE.

Göta älv - Slumpån till Stallbacken

Från övriga delar av planområdet avrinner dagvatten till Hultsjön eller bäcken och diken söder om Hultsjön. Hultsjön inte är en definierad vattenförekomst i Vatteninformationssystem Sverige (VISS) vilket gör att *Göta älv - Slumpån till Stallbackaån* blir den närmaste definierade vattenförekomsten som dagvattnet från planområdet avleds till Figur 3 . Recipienten är ca 16 km lång och av kraftigt modifierad härkomst.

Vattenförekomsten *Göta älv - Slumpån till Stallbackaån* är klassat som ett kraftigt modifierat vatten på grund av vattenkraft. Vattenförekomstens ekologiska potential bedömdes under förvaltningscykel 3 (2017–2021) till otillfredsställande med låg tillförlitlighet. Den ekologiska statusen för kraftigt modifierade vatten bedöms som måttlig med medel tillförlitlighet. Den utslagsgivande kvalitetsfaktorn för bedömningen är fisk vars naturliga vandringsmöjligheter i vattensystemet hindras. Utslagsgivande för den ekologiska statusen är konnektivitet i vattendrag och hydrologisk regim i vattendrag, framför allt parametern "avvikelse i flödets förändringstakt". Påverkanskällor i form av punktkällor är förorenade områden, deponier, industrier (ej IED-industri) och påverkanskällor i form av diffusa källor är jordbruk, transport och infrastruktur och atmosfärisk deposition.

Enligt Vatteninformationssystem Sverige (2023) har vattenförekomsten inga problem med varken övergödning, till följd av höga halter av näringsämnen, eller försurning. Under perioden 2013 till 2018 togs 58 prover som resulterade i ett värde på 11 µg/l för totalfosfor.

Vattenförekomsten uppnår ej god kemisk status då flera prioriterade ämnen ej uppnår god status. De prioriterade ämnena som ej uppnår god status är bromerad difenyleter, PFOS samt kvicksilver och kvicksilverföreningar. Undantag med mindre stränga krav har satts för den kemiska statusen angående kvicksilver och bromerad difenyleter på grund av atmosfärisk deposition. Utsläpp under lång tid både i Sverige och internationellt har lett till långväga luftburen spridning och storskaliga luftnedfall av dessa föroreningar, vars gränsvärden bedöms överskridas i samtliga svenska vattenförekomster. För kvicksilver och PBDE bedöms det tekniskt omöjligt att sänka halterna till nivåer som motsvarar god kemisk status, varför undantag i form av mindre stränga krav har satts. Däremot för det nuvarande halterna av kvicksilver och PBDE inte får öka (Vatteninformationssystem Sverige, 2023).

Tabell 3. Statusklassning för Göta älv - Slumpån till Stallbackaån.

Göta älv (Slumpån-Stallbackaån)	Status	Miljökvalitetsnorm (MKN)
Ekologisk potential	Otillfredsställande	God ekologisk potential år 2039
Ekologisk status för kraftigt modifierade vatten	Måttlig	
Kemisk status	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus*

* Med undantag för mindre stränga krav för kvicksilver och kvicksilverföreningar samt PBDE.

2.5 Skyddsvärda intressen

Miljöinventeringen som Norconsult utförde våren 2021 visar att det aktuella området främst utgörs av tämligen triviala barrskogsmiljöer vilka är präglade av skogsbruksåtgärder. Förhöjda naturvärden finns dock och berör en barrskog med gamla träd.

Strax söder om planområdet i höjd med Älvåsvägen återfinns en fornlämning i form av ett gravfält (Riksantikvarieämbetet, 2018).

Enligt Naturvårdsverkets kartverktyg ”skyddad natur” så ligger Hults höjd inom vattenskyddsområdet Vänersborgsviken och Göta Älv (Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2023). Enligt Länsstyrelsens beslut om vattenskyddsområdet krävs tillstånd för inrättande av ny eller utökad anläggning för avledning av dagvatten med undantag för avledning från ytor utanför detaljplanelagt område, samt för avledning från ytor som utgörs av tomtmark, lokalgator eller gång- eller cykelväg (Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2022).

2.6 Geoteknik och grundvatten

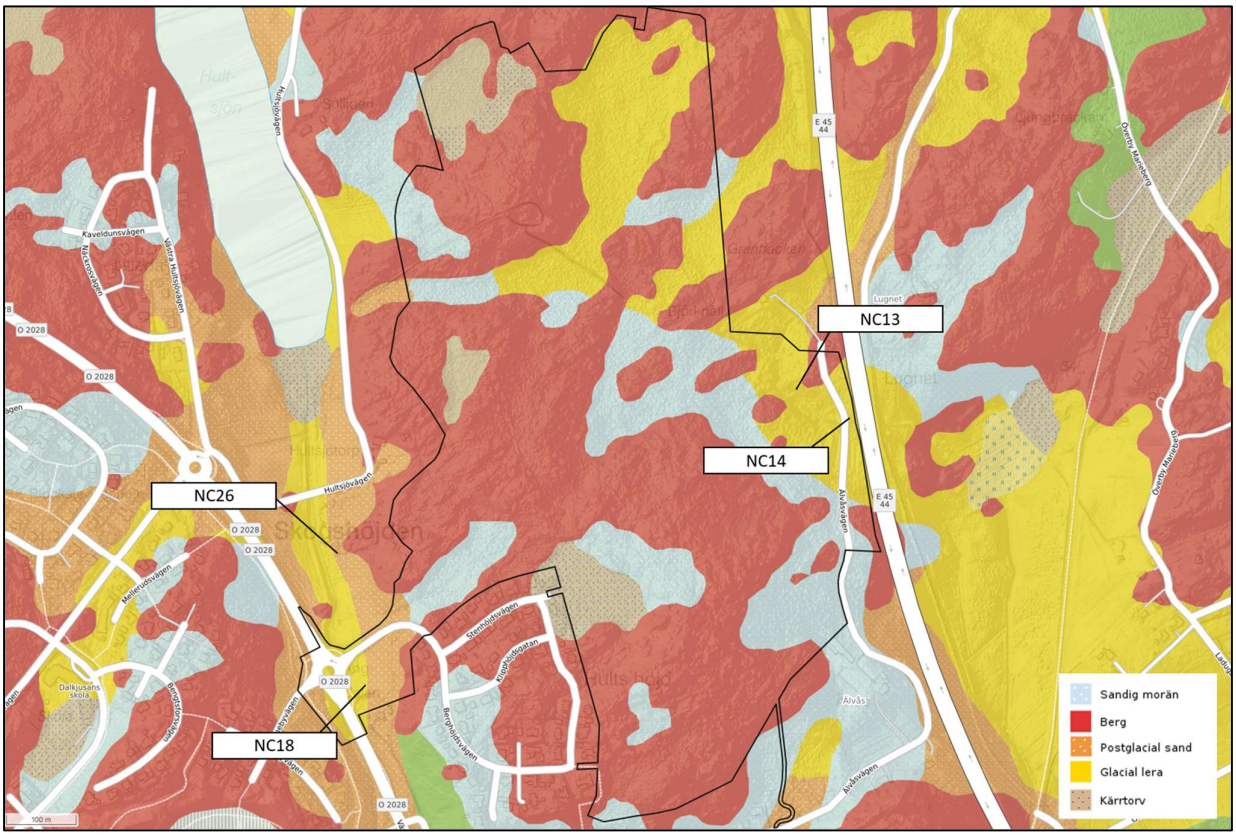
Sveriges geologiska undersökning, SGU, tillhandahåller kartor som visar på vilken jordart det är ytligt i marken, ca 0,5 m djup (SGU, 2023). Figur 4 redovisar jordartskarta över aktuellt område. Större delen av området består av tunn morän på berg och mindre områden med glacial lera, sandig morän och kärrtorv. Infiltrationsmöjligheterna inom området bedöms vara begränsade.

Enligt SGU finns inga grundvattenförekomster inom planområdet. Närmsta grundvattenförekomst ligger ca 550 m söder om planområdet (SGU, 2023).

En geoteknisk undersökning har utarbetats av Norconsult parallellt med föreliggande utredning (Norconsult AB, 2023). I den geotekniska utredningen har jordlagerföljden till berg samt grundvattennivåer inom planområdet undersökts. Enligt provtagningsprotokollet för borrhålen NC13 och NC18, belägna vid områden där dagvattenlösningar planeras, är skattat jorddjup till berg 2,4 respektive 3,0 m u my, se Figur 4. För hela planområdet är skattat jorddjup till berg mellan 0,0–10 m u my.

Mätningar i grundvattenrör har utförts i borrpunkterna NC26 och NC14 redovisade i Figur 4. Enligt mätning i grundvattenrör i borrpunkt NC26 ligger grundvattenytan ca 0,4–0,65 m u my. Enligt observationer av fri vattenyta i uppkommen skruvprovtagningshål i delområdet ligger grundvattenytan ca 1 m u my. Enligt mätningar i grundvattenrör i borrpunkt NC14 ligger grundvattenytan ca 1,4–3,2 m u my. Värdena tros variera beroende på torrt väder vid utförande av första mätningen i maj 2023, och en längre tids nederbörd vid utförande av andra mätningen i augusti 2023.

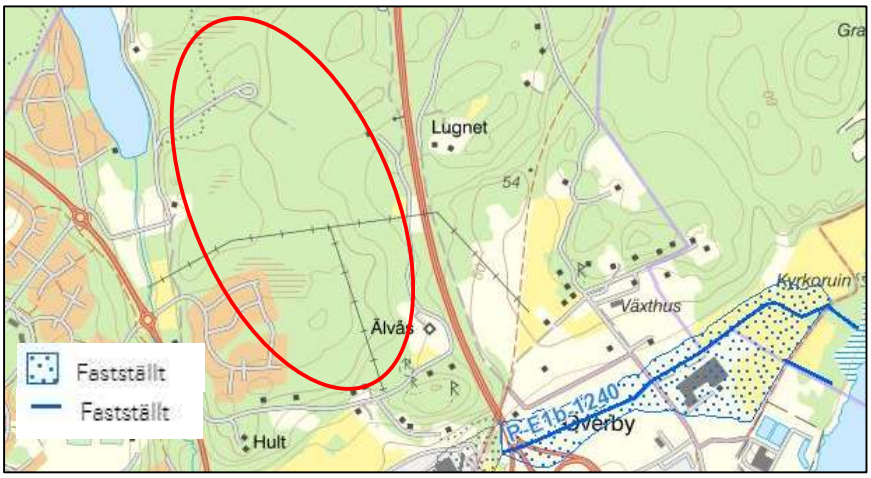
För mer information om jordlagerföljd och grundvattennivåer, se rapport för geoteknisk undersökning.



Figur 4. Jordartskarta, skala 1:25 000 - 1:1 000 000 samt borrhål NC13, NC14, NC18 och NC26 (SGU, 2023). Planområdet är markerat i svart.

2.7 Markavvattnings-/sjösänkningsföretag

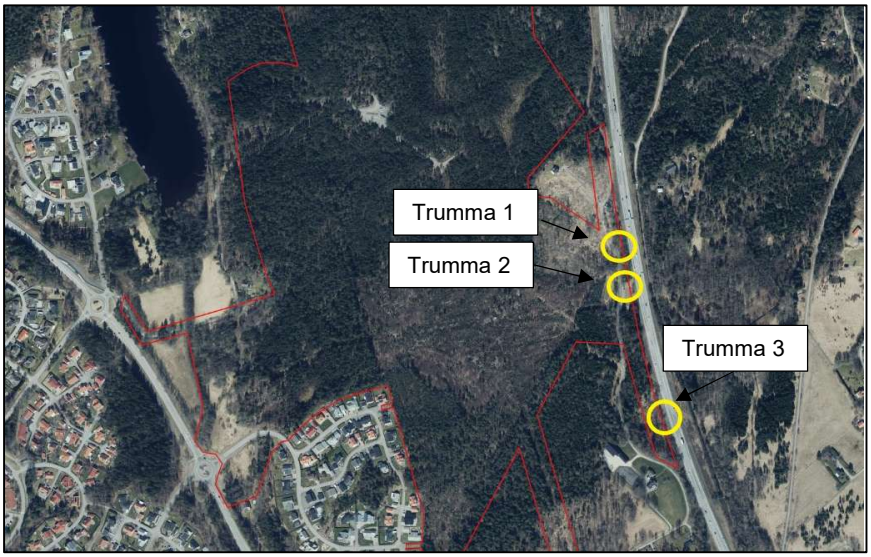
Enligt kartunderlag från Länsstyrelsen i Västra Götaland finns inga markavvattningsföretag inom planområdet. Sydöst om området finns ”Onsjö, Överby mfl. VF 1929” markavvattningsföretag beläget i Överby, se Figur 5. Delar av planområdet avvattnas mot markavvattningsföretaget. Enligt handling i Länsstyrelsens vattenarkiv är markavvattningsföretaget dimensionerat för att avleda 1,5 l/s ha. Systemet bedöms ha högre kapacitet, vilket framgår av kapitel 4.1.2 och 4.1.3.



Figur 5. Markavvattningsföretaget " Onsjö, Överby mfl. VF 1929", markerat som blåprickat område, beläget sydöst om planområdet som markerats med röd oval (Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2023).

2.8 Trummor under E45

Under väg E45 finns tre befintliga trummor som avleder dagvatten från planområdet. En besiktning av trummorna gjordes av Trafikverket 2023-04-13. Samtliga trummor visas i Figur 6.



Figur 6. Gula cirklar visar de ungefärliga placeringarna av trumma 1–3.

I Tabell 4 redovisas trummornas längd, diameter och material. Samtliga trummor observerades vid platsbesöket (2023-04-24), se Figur 7.

Tabell 4. Dimensioner, längder och material för befintliga trummor under E45.

Trumma	Ø (mm)	Längd (m)	Material
1 (längst i norr)	500	35*	Betong
2 (mellersta)	500	30*	Betong
3 (längst i söder)	500	40*	Betong

*Samtliga längder baseras på tidigare utförd inventering av Trafikverket.

Figur 7. Samtliga trummor observerades vid platsbesök, se numrering i Figur 6 (Foto: Norconsult).

3 Befintligt VA-system

Underlag över befintliga VA-anläggningar har mottagits från Trollhättans kommun (2023-03-23). Underlaget innefattar endast ledningssystem i planområdets närhet. Befintligt ledningssystem beskrivs endast översiktligt på grund av sekretess.

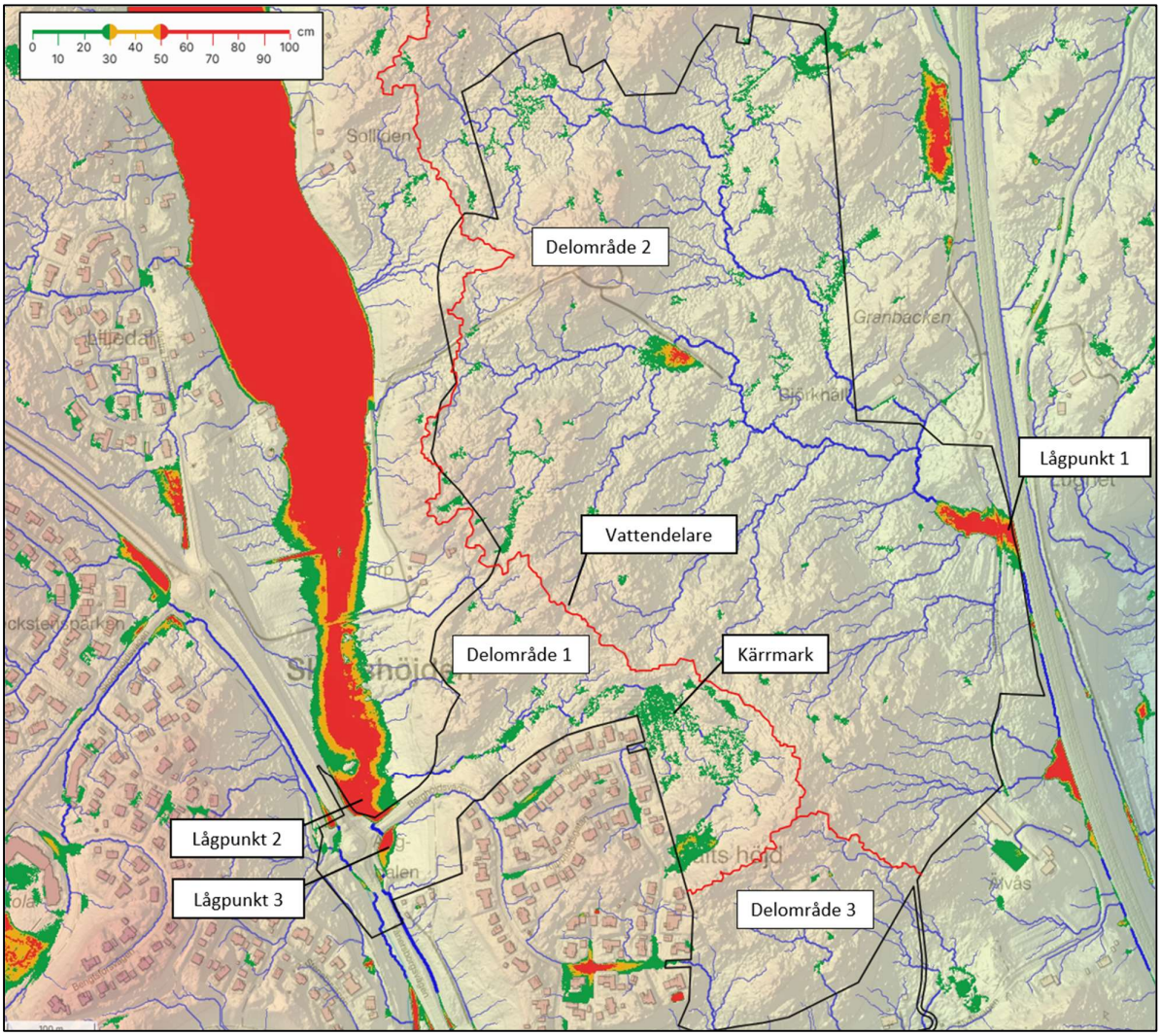
Befintlig kommunal vattenledning och spillvattenledning finns i närhet till Vänersborgsvägen. Ytterligare en spillvattenledning finns i närhet till Älvåsvägen.

4 Befintlig dagvattenhantering

Planområdet omfattar ca 58 ha och utgörs huvudsakligen av skogsmark. Planområdet är kuperat och marknivåerna varierar mellan cirka +60 m och +85 m. Analys av befintlig dagvattenavrinning är baserat på Lantmäteriets höjddata med upplösning 1x1 m i programvaran Scalgo Live.

4.1 Avrinningsområden och lågpunktskartering

Baserat på genomförd avrinningsanalys kan planområdet delas in i tre naturliga avrinningsområden, Figur 8. Enligt analysen sker ytlig avrinning främst i sydöstlig och sydvästlig riktning. Genom området går en större rinnväg i sydöstlig riktning. Av Figur 8 framgår relevanta lågpunkter och ytavrinningsvägar.



Figur 8. Indelning av planområdet i delavrinningsområden med vattendelare, rinnvägar och lågpunkters djup vid lågpunktskartering (Källa höjddata: Lantmäteriet via Trollhättans Stad). Planområdesgränsen är markerad i svart.

Det är fördelaktigt att i så stor utsträckning som möjligt bevara de naturliga avrinningsstråken även efter exploatering. Planerad exploatering kommer ej påverka dagvattenflöden till Hultsjön negativt då planområdesgränsen följer vattendelaren.

Lågpunkterna inom området observerades vid platsbesöket (utfört 2023-04-24). Lågpunkt 1 är belägen öster i planområdet i anslutning till Trumma 1. Vid platsbesöket kunde vattenspeglarna tydligt observeras, se Figur 9A. Även den större rinnvägen mot lågpunkten observerades vid platsbesöket, se Figur 9B.

Figur 9. Observationer från platsbesöket (2023-04-24). A) Lågpunkt 1. B) Större rinnvägar mot lågpunkt 1.

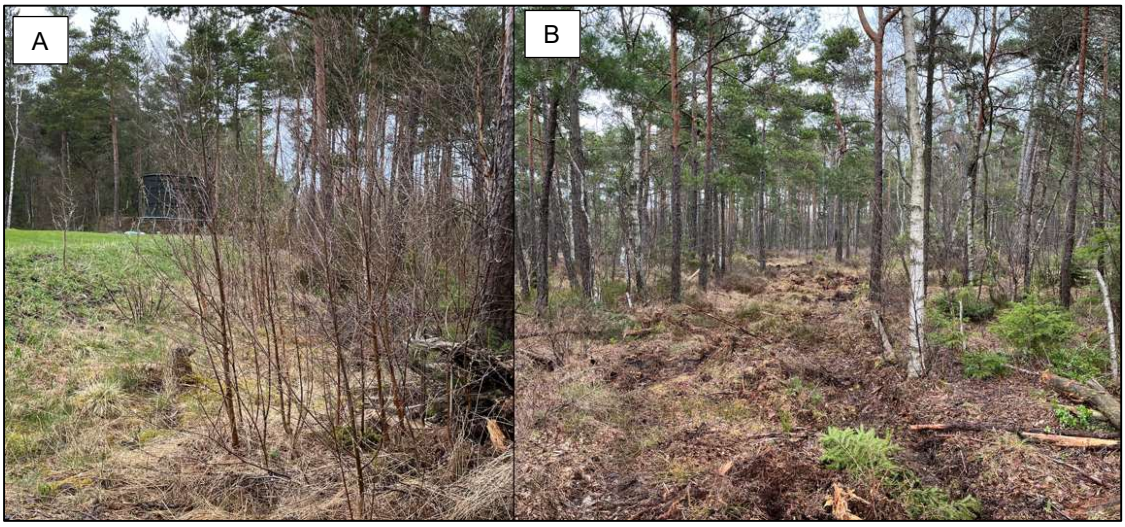
Lågpunkt 2 är belägen väster i planområdet längs med bäcken söder om Hultsjön mot rondellen vid Vänersborgsvägen. Vattenspegeln i lågpunkten kunde observeras vid platsbesöket, se Figur 10. Lågpunkten är mycket stor och omfattar hela Hultsjön. Total volym innan vatten avrinner ytligt över Berghöjdsvägen är ca 220 000 m^3 enligt Scalgo (Lantmäteriets höjdmodell Laserdata Skog).

Figur 10. Observation av lågpunkt 2 från platsbesöket (2023-04-24).

Lågpunkt 3 är belägen väster i planområdet i anslutning till befintligt makadamdiket och rondellen vid Vänersborgsvägen. Vid platsbesöket (utfört 2023-04-24) kunde lågpunkten observeras som en sänka i marken, se Figur 11. Till lågpunkten avrinner vatten från befintligt bostadsområde.

Figur 11. Observation av lågpunkt 3 från platsbesöket (2023-04-24).

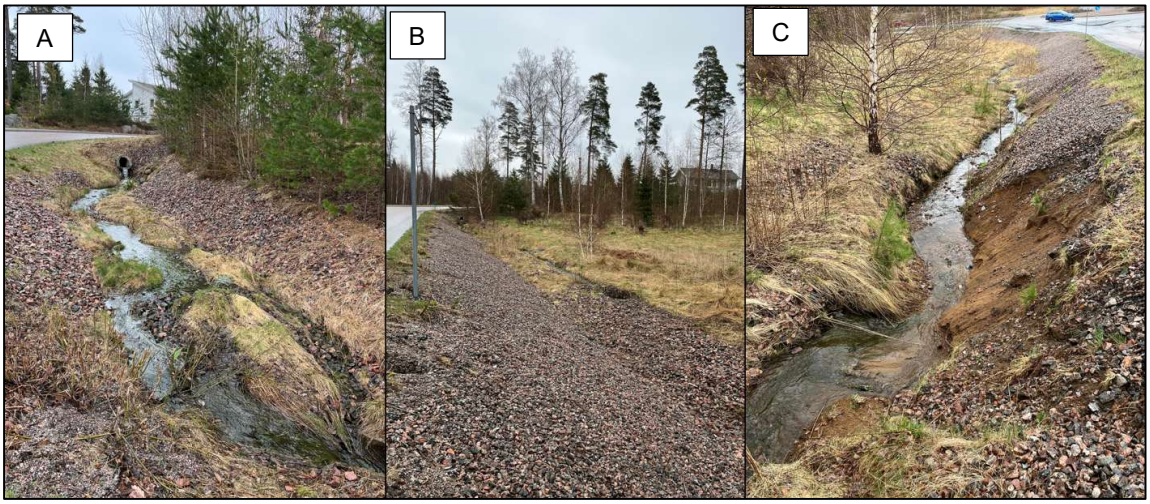
Vid fältbesöket observerades kärrmarken vid befintligt bostadsområde. Befintlig tomtmark närmast kärrmarken är uppfyllt ca 0,5 m, se Figur 12A. Växtligheten i kärret består av gran och sly med låga naturvärden, se Figur 12. Utloppet återfanns nordväst om befintlig bebyggelse.



Figur 12. Kärrmark som kunde observeras vid platsbesöket A) Foto taget mot kärrmarken. B) Foto taget vid gränsen till befintligt bostadsområde. (Foto: Norconsult).

4.1.1 Befintligt makadamdike

Längs med Berghöjdsvägen innan anslutning till rondellen vid Vänersborgsvägen finns ett befintligt makadamdike. Makadamdiket observerades vid platsbesöket (2023-04-24), se Figur 13. Materialet har till stor del eroderat bort.



Figur 13.Observationer av befintligt makadamdike längs Berghöjdsvägen från platsbesöket (2023-04-24). A) Norra delen fotat från Väster. B) Hela diket fotat från Väster. C) Norra delen fotat från Öster.

4.1.2 Kapacitet på nedströms trummor

För att analysera planområdets påverkan på nedströms trummor och markavvattningsföretag har en kapacitetsbedömning för befintliga trummor utförts. I kapacitetsbedömningen har hela avrinningsområdet till markavvattningsföretaget beaktats. Avrinningsområdet motsvarar modellområdet för skyfallskarteringen, se *Bilaga 1 Teknisk beskrivning av skyfallsmodell*. Den minsta trumman genom det öppna diket i markavvattningsföretaget är av betong och har en dimension på Ø600 mm. Trumman har en kapacitet på ca 460 l/s vilket för hela avrinningsområdet med rinntiden 255 min, avrinningskoefficienten 0,1 och regnintensitet 28 l/s/ha motsvarar en återkomsttid på ca 15 år. Fördröjningsanläggningar inom planområdet som avleds mot markavvattningsföretaget bör dimensioneras så att flöden inte överskrider trummornas kapacitet för regn upp till 15 års återkomsttid. Dagvattenanläggningarna i öster som avleds mot markavvattningsföretaget dimensioneras för att fördröja ett framtida 15-årsregn till ett befintligt 15-årsregn.

4.1.3 Befintliga dagvattenflöden

Vid beräkning av befintliga dagvattenflöden har rationella metoden använts, i enlighet med Svenskt Vattens publikationer P110. Ekvationen för dimensionerande dagvattenflöden framgår av ekvation 1 nedan:

$$Q = \mathrm{A} \times \varphi \times \mathrm{i} \qquad \text{(ekvation 1)}$$

$Q = dimensionerande\ flöde\ [l/s]$
$\varphi\ =\ avrinningskoefficient\ [-]$
$i = dimensionerande\ regnintensitet\ [l\ /(s, ha)]$

Det dimensionerande flödet från respektive delavrinningsområde erhålls då hela området bidrar med avrinning, d.v.s. då den tidsmässigt mest avlägsna punkten inom delavrinningsområdet bidrar med avrinning. Den yta som bidrar till avrinning kallas den reducerade arean och erhålls genom att en avrinningskoefficient (φ) multipliceras med den totala ytan. Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som avrinner på ytan efter infiltration och ytvattenlagring etc. Exempelvis används vanligen avrinningskoefficienten 0,8 för asfaltsytor och 0,1 för tätbevuxen skogsmark. Den dimensionerande rinntiden inom varje område sätts lika med regnvaraktigheten, varvid det dimensionerande flödet (Q) erhålls. Rinntiden är den tiden det tar för den punkten som tidsmässigt har den längsta rinnvägen inom delavrinningsområdet att nå fram till beräkningspunkten.

Dimensionerade rinntider samt regnintensiteter (i) för delavrinningsområdena redovisas i Tabell 5. Inom delavrinningsområde 2 har rinntiden uppskattats till ca 70 min. Dock har rinntiden förlängts för att motsvara rinntiden för hela avrinningsområdet till nedströms dikningsföretag (255 min, se kapitel 4.1.2 ovan), för att ta hänsyn till dess kapacitet.

Tabell 5. Befintliga dimensionerade rinntider och regnintensiteter.

Delavrinningsområde	Dim. rinntid [min]	$i_{5\text{-årsregn}}$ [l/s, ha]	$i_{10\text{-årsregn}}$ [l/s, ha]	$i_{15\text{-årsregn}}$ [l/s, ha]
1 inkl. befintlig bebyggelse	60	57,1	71,4	81,5
2	255	20,1	24,8	28,0

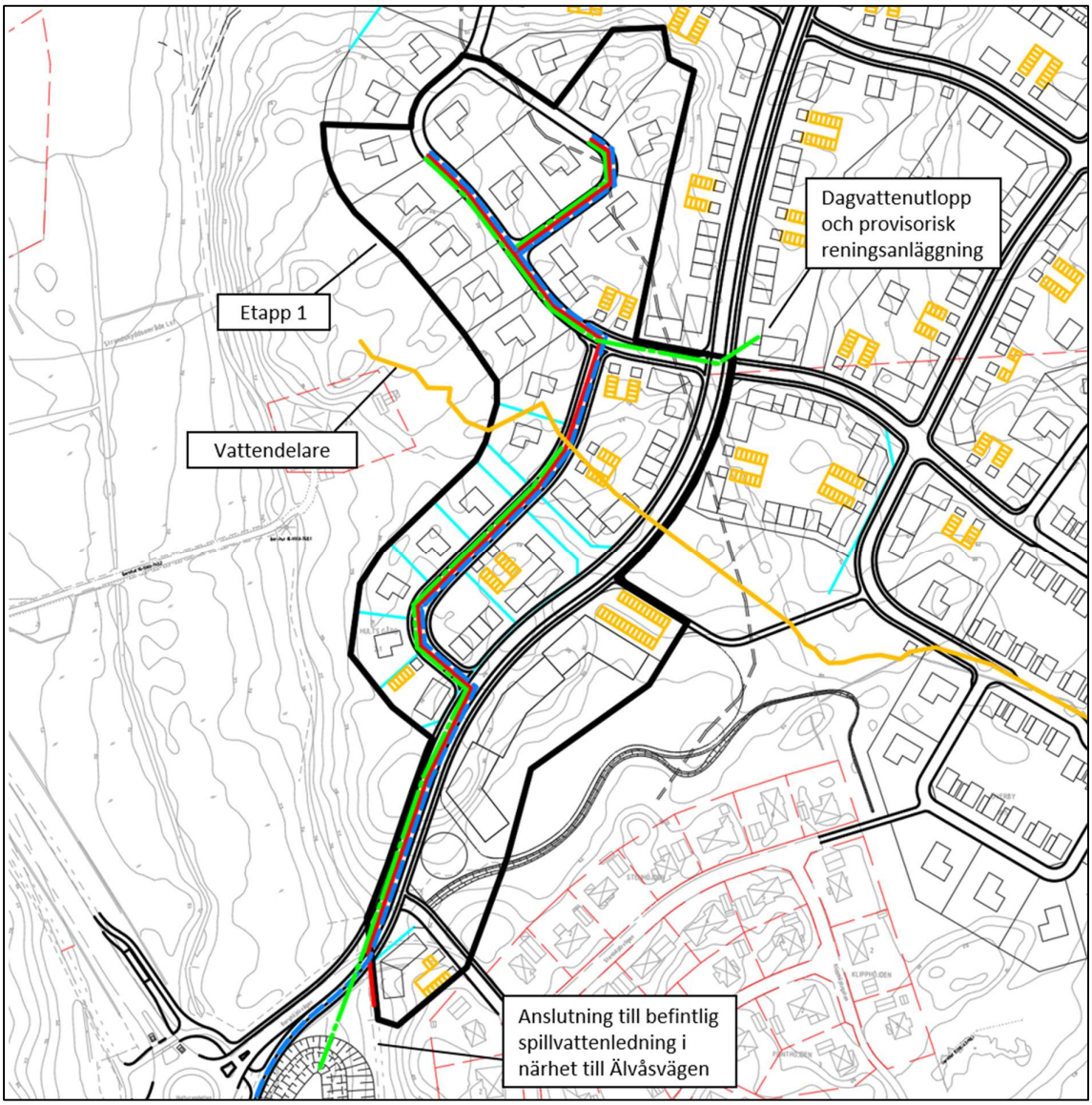
Befintliga dagvattenflöden är beräknade för regn med återkomsttid 5, 10, och 15 år. Dimensionerande dagvattenflöden för befintlig markanvändning redovisas i Tabell 6. Inom delområde 1 har befintlig bostadsbebyggelse som leds till makadamdiket längs Bergshöjdsvägen inkluderats i beräkningarna som naturmark. Detta för att kunna sätta ett utloppsflöde från föreslagen fördröjningsanläggning som ska motsvara naturmarksavrinning. Inom delavrinningsområde 3 kommer endast ett fåtal villor bebyggas som föreslås påkopplas till dagvattenledningsnätet inom befintligt bostadsområde.

Tabell 6. Befintliga dagvattenflöden i (l/s) för dimensionerande 5-, 10- och 15-årsregn.

Delavrinningsområde	Markanvändning	Area [ha]	Red area [ha]	φ	$Q_{5\text{-årsregn}}$ [l/s]	$Q_{10\text{-årsregn}}$ [l/s]	$Q_{15\text{-årsregn}}$ [l/s]
1 inkl. befintlig bebyggelse	Skogsmark	15,6	1,6	0,1	90	110	130
2	Skogsmark	43,1	4,3	0,1	85	105	120

5 Föreslagna system

Ett fördjupat utformningsförslag för VA och dagvatten har tagits fram och redovisas i plan och profil, se ritningsförteckning. Föreslaget system baseras på ett tidigare bebyggelseförslag, se Figur 2, och systemets genomförbarhet har kontrollerats för det nya bebyggelseförslaget. Då merparten av exploateringen har liknande struktur, och gator har likvärdiga lutningar, bedöms systemet fortfarande vara aktuellt och genomförbart. Det har ej utförts en revidering som redovisas med det nya bebyggelseförslaget i ritningarna. I närhet till vattendelaren bedöms systemet behöva anpassas. Justerat system för detta område med nytt bebyggelseförslag illustreras översiktligt i Figur 14. Huvudgatan och lokalgatan har höjdpunkter vid vattendelaren.



Figur 14. Reviderat systemförslag i närhet till vattendelaren med aktuellt bebyggelseförslag, samt etapputbyggnad.

Beräkningar av vatten- och spillvattenflöden är baserade på den bebyggelsen som förväntas ingå i utbyggnadsetapp 1 (delområde 1), och dagvattenberäkningar baseras på bebyggelsen på respektive sida av vattendelaren. Då beräkningar ej har reviderats utifrån det senaste bebyggelseförslaget/plankartan är resultatet preliminärt. Beräkningarna förväntas ej skilja sig betydande och bedöms ej påverka systemförslaget. I samband med detaljprojektering behöver beräkningarna uppdateras så att anläggningar dimensioneras korrekt.

5.1 Vatten- och spillvattensystem

Antal brukare för tillkommande bebyggelse i delområde 1 och 2 baseras på bebyggelseförslag 2023-06-30 och sammanfattas i Tabell 7. Översikt över föreslaget vatten- och spillvattensystem redovisas i plan i R-51-1-001. Föreslaget vatten- och spillvattensystem med dimensioner och vattengångsnivåer redovisas i plan i R-51-1-101 till R-51-1-105. Systemet har utformats enligt Trollhättans Stads kravspecifikation (Trollhättan energi, 2021).

För flerbostadshus antas 1,8 brukare per lägenhet och för småhus 2,7. I delområde 1 finns även en förskola i en våning på 1250 kvm. Förslag på nyckeltal för lokalyta gällande förskolor är 10–15 kvm per barn (Göteborgs Stad, 2021), totalt ca 100 barn. Förskolan bedöms påverka dimensionerande maxflöden minimalt då det är annorlunda brukningsmönster i förhållande till bostadsområden. Inom delområde 1 planeras ett särskilt boende, tex ett BmSS och ett uppskattat antal boende om 6 personer.

Tabell 7. Antal brukare för tillkommande bebyggelse i det delområde 1 och 2.

Område	Lägenheter	Radhus/villor	Förskola	BmSS	Antal brukare
1	24	16	100	6	174
2		460			1288
Totalt	**24**	**476**	**100**		**1456**

Hela planområdet omfattas uppskattningsvis av 1456 personer. Om antalet användare är fler än 1000 används vanligen Ekvation 2 för beräkning av vatten- och spillvattenflöden. Ekvationen motsvarar ekvation 4.1 i Svenskt Vattens Publikation P110.

$$Q_{s,dim} = \frac{Q_{d,medel} * p}{3600 * 24} * C_{d,max} * C_{t,max} * Q_{s,verks} \qquad \text{(ekvation 2)}$$

$Q_{s,dim} = dimensionerande\ spillvattenflöde\ [l/s]$
$Q_{d,medel} = specifik\ spillvattenavrinning\ [l/p * d]$
$p\ = antal\ anslutna\ personer$
$C_{d.max} = maxdygnsfaktor$
$C_{t.max} = maxtimfaktor$
$Q_{s,verks} = spillvattenflöde\ från\ industri\ och\ verksamheter\ [l/s]$

5.1.1 Dricksvattenförbrukning

För byggnader upp till 3 våningar erfordras ett brandvattenflöde om 10 l/s. För byggnaden med 4 våningar eller fler erfordras ett brandvattenflöde om 20 l/s (Svenskt Vatten, 2020).

Den högsta dricksvattenförbrukningen för årets maxdygn har beräknats för planområdet. Då vattnet är ett trycksatt system har beräkningar utförts för hela planområdet. Ekvation 2 har använts för att beräkna det dimensionerande flödet, se Tabell 8.

Tabell 8. Dimensionerande vattenförbrukning för planområdet.

Maxtimfaktor	Maxdygnsfaktor	Dimensionerande flöde [l/s]	Dimensionerande förbrukning inkl brandvatten [l/s]
2,4	1,9	11,4	21,4

5.1.2 Föreslaget dricksvattensystem

En översikt över föreslaget dricksvattensystem redovisas i plan i R-51-1-001. Förslaget baseras på byggnader med max 3 våningar och brandvattenuttag om 10 l/s. Vattenledningar föreslås inom planområdet anläggas med rundmatning. Anslutning till befintlig vattenledning sker i närhet till Vänersborgsvägen.

Brandposter behöver placeras för att tillgodose brandvattenförbrukningen. Det ska finnas en brandpost inom en radie på 75 m från uppställningsplats för brandfordon, dvs ca 150 m mellan brandposter. Brandvattenförbrukningen avgör generellt ledningsdimensionen. I planområdet erfordras ett brandvattenflöde om 10 l/s. För att förse det dimensionerande flödet inklusive brandvattenförbrukningen föreslås PE 160 vid anslutningspunkt och PE 110 rör samt PE 63 vattenledningar vid rundmatning. Om 4 våningar eller fler byggs kan rundmatning behövas utföras med PE 160 ledning för att ej riskera stora tryckförluster. I plan i R-51-1-101 till R-51-1-105 redovisas förslagna placeringar av brandvattenposter. Ledningsdimensioneringen ses över i samband med detaljprojektering och 160 mm avsättning kan behövas i norr om ytterligare bebyggelse planeras i framtiden.

5.1.3 Spillvattenflöden

Spillvattenflöden delområde 2 har beräknats översiktligt enligt Ekvation 2. Maxdygnsfaktor 2 och maxtimfaktor 2,5 har använts, se Tabell 4.4 i P110. För delområde 1, som innefattar färre än 1000 användare, har i stället Figur 4.1 i P110 använts.

Det dimensionerande spillvattenflödet för delområde 1 har beräknats med Figur 4.1 i P110. För delområde 2 har det dimensionerande spillvattenflödet beräknats enligt Ekvation 2 för 1288 användare. Specifik spillvattenavrinning (Q_d) har beräknats med 170 l/p*d för flerbostadshus och 150 l/p*d för småhus enligt Tabell 4.1 i P110. I Tabell 9 redovisas de dimensionerade flödena.

Tabell 9. Dimensionerade flöden för delområde 1 och 2.

Delområde	Dimensionerande flöde (l/s)
1	6
2	12

5.1.4 Föreslaget spillvattensystem

En översikt över föreslaget spillvattensystem redovisas i plan R-51-1-001. Enligt Svenskt Vattens publikation P110 bör minimidimensionen för allmänna avloppsledningar generellt vara 200 mm för att minska risken för stopp. Huvudledningar inom planområdet anläggs därför med minst 200 mm.

Genom planområdet går en huvudväg med en höjdpunkt i gränsen mellan delområde 1 och 2. Spillvattenledningsnätet inom delavrinningsområde 2 avrinner med självfall mot väg E45 till en föreslagen tillkommande pumpstation. Pumpstationen är > 50 m från befintlig och planerade bostadsbebyggelse och föreslås att höjdsättas enligt karterade framtida översvämningsnivåer i Tabell 17. Slutgiltig höjdsättning bestäms i samråd med kommunen. En trycksatt spillvattenledning leder spillvattnet från pumpstationen till höjdpunkten i huvudvägen som därefter övergår till en självfallsledning.

Spillvattnet inom delområde 1, söder om höjdpunkten i huvudvägen, leds mot lämplig anslutningspunkt till befintligt ledningsnät i närheten av Älvåsvägen, se Figur 14.

Enligt beställaren önskas även villabebyggelse ingå i utbyggnadsetapp 1. Totalt område som bedöms kunna ingå etapp 1 (enligt bebyggelseförslag 2025-03-28) och ansluta med självfall för spillvatten söderut är markerat i Figur 14. Det uppstår en djup schakt liknande lösningsförslaget i ritning R-51-1-102. Om ytterligare bebyggelse ska ingå i etapp 1 behövs en provisorisk pumpstation.

5.2 Föreslagen dagvattenhantering

Ett fördjupat utformningsförslag som uppfyller gällande fördröjnings- och reningskrav samt de mål som ställts i Trollhättans dagvattenstrategi (Trollhättans Stad, 2021) har tagits fram och redovisas i plan och profil, se ritningsförteckning. Detta med hänsyn till att följa icke-försämringsprincipen för vattenförekomsternas statusklassningar. Dagvatten från väg förutsätts att anslutas till dagvattenledningsnätet genom rännstensbrunnar för hela planområdet. En beskrivning av förslagen dagvattenhantering ges nedan.

Delområde 1
Dagvatten som uppkommer inom delområde 1 (söder om vattendelaren) föreslås avledas till en dagvattendamm. Till dagvattendammen avleds dagvatten via ledningar och ett svackdike. Tillkommande exploatering i delområdets nordöstra del föreslås avledas till svackdiket. Placering av dagvattendammen föreslås vara sydöst om rondellen vid Vänersborgsvägen/Berghöjdvägen. Dagvattendammen ersätter även befintligt makadamdike längs Berghöjdsvägen, och det dagvatten som idag avleds till anläggningen tas omhand i dagvattendammen.

Då en del av exploateringen norr om vattendelaren (delområde 2) ska ingå i utbyggnadsetapp 1, innan föreslagna dagvattenanläggningar inom etapp 2 finns, behövs en provisorisk dagvattenanläggning som kan utgöras av exempelvis makadamdike. Alternativt kan dagvattnet kopplas till dammen inom delområde 1 och dammen behöver då göras större. Detta bedöms ha en liten påverkan på vattenbalansen och bestäms i samband med detaljprojektering. I R-51-1-203 ges exempel på en dagvattendamm som har kapacitet för hela etapp 1.

Delområde 2
Dagvatten som uppkommer inom delområde 2 (norr om vattendelaren) föreslås avledas till en seriekopplad dagvattenlösning som innefattar två öppna dagvattensstråk och två dagvattendammar. Dagvatten inom de norra och västra delarna av delområde 2 föreslås avledas via dagvattenledningar till dagvattensstråket. Till dagvattendammarna leds även dagvatten från resterande del av avrinningsområdet via dagvattenledningar. Anläggningen förslås ha ett reglerat utlopp som leds under Älvåsvägen till trumma 1 under E45:an. Älvåsvägen behöver höjas för att anpassas till dagvattendammen.

Delområde 3

Inom delavrinningsområde 3 kommer endast ett fåtal villor bebyggas som föreslås påkopplas till dagvattenledningsnätet inom befintligt bostadsområde. Dagvattenhantering för tillkommande bebyggelse påkopplas och hanteras som befintligt system.

5.2.1 Utformning och säkerhet

Nedan ges en generell beskrivning av föreslagna anläggningar, och hur utformningen utförs för goda fördröjnings- och reningsförhållanden.

Säkerhetsnivån för en dagvattenanläggning bör bedömas utefter var anläggningen är belägen. Inom bostadsområden, och framför allt I närhet till förskola, råder högre säkerhetskrav. Information bör ges till allmänheten angående risker och behov av god tillsyn över barn.

5.2.1.1 Våt dagvattendamm

Dagvattendammar med permanent vattenspegel, även kallad våt dagvattendamm, föreslås inom både delområde 1 och 2. Våta dagvattendammar är effektiva fördröjningsanläggningar för att omhänderta stora mängder dagvatten och samtidigt skapa god reningseffekt. Våta dagvattendammar har generellt bättre reningseffekt än torra dagvattendammar eftersom uppehållstiden i en våt damm är längre, vilket gynnar förutsättningarna för sedimentering. Dagvattendammar kan anläggas som en del av parkytor eller inom tomtmark om utrymme finns, se exempel i Figur 15. Genom att förse dessa anläggningar med strypta eller reglerade utlopp, kan det utgående flödet begränsas och resterande dagvatten magasineras i dammen. När avrinningen till dammen har minskat töms dammen successivt. Vid inloppet använder man vanligtvis ett grövre sediment än vid utloppet.

Figur 15. Exempel på dagvattendamm i Trönninge i Varberg (Foto: Norconsult).

För att uppfylla den våta dagvattendammens funktion krävs skötsel i form av exempelvis regelbunden gräsklippning. Ett vanligt problem med dagvattendammar är att in och utlopp sätter igen och att oönskad vegetationsutbredning sker vid bristande underhåll av dammen. Kring dagvattendammarna anläggs en väg för drift av anläggningarna.

För att uppnå en god reningseffekt bör dammen vara några gånger längre än den är bred. Ett bra längd-bredd förhållande är ca 3:1 – 6:1. Detta ger hög hydraulisk effektivitet, dvs den ger en jämnare hastighetsfördelning av flödet genom dammen och motverkar så kallade ”döda zoner”, där vattnet står stilla. Det permanents vattendjupet rekommenderas vara minst 1 m så att sediment inte uppluckras och transporteras till recipienten.

MSB ger följande råd för ökad säkerhet vid utformning av dagvattendammar:
Stränder bör vara flacka med sluttlutning om 1:6 eller flackare så att vattendjupet är 0,0–0,2 m vid kanterna. Om slänter behöver anordnas med kraftigare lutning kan fallrisken minskas genom en plan yta närmast vattnet med 0,0–0,2 m vattendjup. Strandkanten kan göras svårpasserad för små barn genom exempelvis mjuka hinder som kullersten eller växtlighet.

Dammarna är belägna i utkanten av bostadsområdet, i närhet till motorväg E45 och intill Vänersborgsvägen. Följaktligen bedöms det mindre sannolikt att små barn vistas här utan tillsyn. Dagvattendammarna utformats med sluttlutning 1:5. Dagvattendammarna föreslås ha ett reglerdjup om 1,0 m (lågvattenyta till högvattenyta), och ytterligare 0,5 m upp till sluttkrön. Följaktligen är strandzonen bred, ca 7,5 m, vilket minskar fallrisken ner till vattnet. Utformningen föreslås kompletteras med andra åtgärder som vegetation vid strandkanten eller en flack yta om ca 1–2 m strax under vattenytan.

5.2.1.2 Svackdike/dagvattenstråk

Med svackdike/dagvattensstråk avses ett brett vegetationsklätt dike med svag sluttlutning. Dikena är beklädda med vattentåligt gräs eller våtmarksväxter och karaktäriseras av en stor bredd och en svag längsgående lutning. De bör ha en sluttlutning på 1:3 eller flackare med hänsyn till skötsel samt lekande barn.

Intill föreslaget öppet dagvattensstråk föreslås en väg för drift. Flödena från dagvattensstråket föreslås ledas vidare till dagvattenledningsnät. Därför anläggs lämpligen kupolbrunnar som kan höjas och på så sätt magasineras vattnet något. Dagvattensstråket ges en bräddnivå som är minst 0,5 m lägre än lägsta nivå på intilliggande fastigheter som säkerhetsmarginal mot marköversämningar. Våtmarksbeväxta anläggningar renar bättre än gräs.

För det kalla klimat vi har i Sverige, är svackdiken ett utmärkt område för snölagring och omhändertagande av smältvatten. Däremot måste det kontrolleras att det inte bildats någon is kring inlopp, utlopp samt ledningar.

Föreslaget öppet dagvattensstråk är beläget inom bostadsområdet och kommer sannolikt ha ett lågt basflöde från dräneringsvatten även vid torrt väder. Föreslagen utformning är med sluttlutning 1:3 då det endast förekommer flödande vatten och små vattendjup vid vanligt förekommande regntillfällen. Dagvattensstråket kan fungera fördröjande vid intensiv nederbörd och kraftiga flöden, och vattendjupet kan då öka vid uppdämningszonerna. Säkerheten kan ökas genom att göra flackare slänter, förslagsvis 1:4–1:5, där vattendjup riskerar att bli större än 0,3 m. Planteringar och växtlighet föreslås i slänterna där större vattendjup kan förekomma.

I Figur 16, Figur 17 och Figur 18 illustreras större vattenförande svackdike/dagvattensstråk i parkmiljö. Genom att införa uppdämning eller flödesreglering kan de fungera fördröjande.

Figur 16. Exempel på ett vattenförande svackdike (Boone creek) men vegetation i slänterna (Foto: Appalachian State).

Figur 17. Fördröjande dagvattendike (James City county[1]) och dagvattendike med mur för att ta upp höjdskillnad (City of Lafayette[2]).

Figur 18. Fördröjande dagvattendiken/kanaler i Slottsskogen, Göteborg.

[1] https://www.jamescitycountyva.gov/gallery.aspx?PID=164
[2] https://www.lafayette.in.gov/2083/Green-Infrastructure

5.2.2 Framtida dagvattenflöden

Vid beräkning av framtida dagvattenflöden har rationella metoden använts enligt ekvation 1 i Avsnitt 4.1.3. Vid beräkning av framtida flöden har en klimatfaktor på 1,25 använts (Svenskt Vatten, P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten, 2016). Dimensionerande rinntider samt regnintensiteter (i) för delavrinningsområdena redovisas i Tabell 10. Av Tabell 11 framgår dimensionerande dagvattenflöden för framtida markanvändning. Framtida dagvattenflöden är beräknade för regn med återkomsttid 5, 10 och 15 år. Redovisade dagvattenflöden i Tabell 11 har beräknats för delområden baserat på föreslaget dagvattensystem. Indelning av delområden framgår av ledningsplaner och Figur 8. Inom delområde 1 inkluderas även den del av befintligt bostadsområde som leds till föreslagen dagvattendamm.

Avrinningskoefficienterna (φ) är framtagna enligt Svenskt Vattens publikation P110 och framgår av Tabell 11. Indelning av markanvändning baseras på Bebyggelseförslag Hults höjd daterad 2023-06-30. Avrinningskoefficienten för Villa/Radhus/Kedjehus baseras på ett medelvärde av framtagna avrinningskoefficienter för de olika bebyggelseformerna med en något mer kuperad terräng. Även de områden bestående av villor med tomter mindre än 1000 m^2 har en avrinningskoefficient motsvarande något mer kuperad terräng. För de villor som förslås byggas med bevarade naturtomter, benämnda ”Villa med naturmark”, har en lägre avrinningskoefficient valts för att ta hänsyn till naturmarken inom fastighet.

Tabell 10. Framtida dimensionerade rinntider och regnintensiteter (i).

Delavrinningsområde	Dim. rinntid [min]	$i_{5\text{-årsregn}}$ [l/s, ha]	$i_{10\text{-årsregn}}$ [l/s, ha]	$i_{15\text{-årsregn}}$ [l/s, ha]
1 inkl. befintligt bostadsområde	10	227	285	326
2	20	150	189	216

Tabell 11. Framtida dagvattenflöden i (l/s) för dimensionerande 5-år, 10-årsregn och 15-årsregn.

Delområde	Markanvändning	Area (ha)	φ	Reducerad area (ha)	$Q_{5\text{-årsregn}}$ [l/s]	$Q_{10\text{-årsregn}}$ [l/s]	$Q_{15\text{-årsregn}}$ [l/s]
1 inkl. befintligt bostadsområde	Villa/radhus/kedjehus	1,93	0,35	0,68	1010	1270	1450
	Villa med naturtomt	0,92	0,20	0,18			
	Förskola	0,13	0,90	0,12			
	Förskolegård	1,05	0,55	0,58			
	Parkering	0,06	0,80	0,05			
	Körbana	0,46	0,80	0,37			
	Gång- och cykelväg	0,41	0,80	0,33			
	Naturmark	6,63	0,10	0,66			
	Befintlig bebyggelse	3,97	0,35	1,39			
	Totalt	15,56	-	4,35	-	-	-
2	Villa/radhus/kedjehus	9,07	0,35	3,17	1700	2200	2530
	Villor, tomter >1000 m^2	4,11	0,25	1,03			
	Villa med naturtomt	6,07	0,20	1,21			
	Parkering	1,36	0,80	1,09			
	Körbana	2,38	0,80	1,90			
	GC-väg	0,86	0,80	0,69			
	Torg	0,46	0,70	0,32			
	Naturmark	18,80	0,10	1,88			
	Totalt	43,11	-	11,30	-	-	-
Totalt	**-**	**58,67**	**-**	**15,65**	**2710**	**3450**	**3980**

5.2.3 Erforderlig fördröjningsvolym

Erforderlig fördröjningsvolym har beräknats enligt dimensioneringsförutsättningar angivna i Svenskt Vattens publikation P110 och med klimatfaktor 1,25. I Tabell 12 redovisas avtappningsflöden och fördröjningsvolymer. I tabellen redovisas även beräknad fördröjningsvolym vid ett fördröjningskrav om 10 mm för reducerad yta. I samband med detaljprojektering föreslås dammarna utformas så att 10 mm nederbörd avtappas under ca 10 h. Detta ger god uppehållstid och bättre rening. Flödesregleringen från första dagvattendammen inom delområde 2 bestäms i samband med detaljprojektering. Då det är kraftig höjdskillnad från dammen till uppströms system, och det är låg risk för uppdämning när vattnet står i nivå med högvattenytan, kan utloppet vara lågt.

Tabell 12. Avtappning och dimensionerande fördröjningsvolymer för respektive dagvattendamm.

Delområde	Dimensionerande regn	Avtappning (l/s)	Dimensionerande fördröjningsvolym (m^3)	Fördröjningsvolym 10 mm nederbörd per reducerad yta (m^3)
1	10 år	110	970	435
2	15 år	120	4 150	1 130

Avtappningen från dammen inom delområde 2 om 120 l/s motsvarar ca 2,8 l/s ha. Om dammen i stället dimensioneras för ett framtida 10-årsregn, och fördröjs till 1,5 l/s ha enligt markavvattningsföretagets handling, ges likvärd fördröjningsvolym som att ett framtida 15-årsregn fördröjs till 2,8 l/s ha. Det bedöms vara gynnsamt för markavvattningsföretaget om anläggningen dimensioneras för ett 15-årsregn då handberäkningarna indikerar att systemet har högre kapacitet än vad som anges i arkiverade handlingar.

Dagvattenanläggningarna inom delområde 2 avtappas, som tidigare nämnts, mot Trafikverkets trummor under E45:an. Trafikverket dimensionerar som regel sina trummor för att klara 50-årsregn. Systemet bedöms klara ca ett 50-årsregn innan dagvatten bräddar över Älvåsvägen och genom trumman i skyddsvallen. Skyddsvallens utformning och funktion beskrivs mer utförligt i kapitel 8 Skyfallskartering.

Om ett provisoriskt makadamdike anläggs vid utbyggningsetapp 1 erfordras en fördröjningsvolym om ca 40–50 m^3 för fördröjning av ett framtida 15-årsregn till ett befintligt 15-årsregn. Makadamdiket föreslås även anläggas med spridningsfunktion mot omgivande naturmark i nordöstlig riktning som kommer fungera som en översilningsyta för extra rening och flödesutjämning. Om dagvattnet från området i stället leds mot dagvattendamm 1 behöver dagvattendammen göras större. I ritning R-51-1-203 är dagvattendammen större än dimensionerande fördröjningsvolym för att kontrollera att detta är genomförbart.

6 Dagvattenföroreningar

För att kunna göra en bedömning av planområdets påverkan på recipienten och vattenförekomsterna har beräkningar på föroreningsinnehåll i dagvatten från planområdet utförts vid ett nulägesscenario, så som planområdet ser ut idag och vid ett framtida scenario där planområdet är fullt utbyggt.

Verktyget StormTac (version 23.1.2) har använts för att beräkna föroreningsbelastningen för området samt rening av dagvattnet i olika dagvattenanläggningar. I StormTac används schablonvärden för koncentrationer av olika föroreningar. Schablonvärdena är baserade på markanvändningstyp och är framtagna i första hand med hjälp av serier med flödesproportionell provtagning men i vissa fall används även enskilda provtagningar. Mätningarna är till stor del från svenska förhållanden men vissa mätserier är även från andra länder. De värden som StormTac anger är ett viktat standardvärde baserat på deras litteraturstudier. Det är alltså varken ett medel- eller medianvärde.

Årsmedelflödet är baserat på en nederbördsmängd på 865,4 mm/år (SMHI, 2023) multiplicerat med en korrektionsfaktor på 1,1.

För befintlig situation har samtlig markanvändning inom planområdet angetts som schablonen för *naturmark* i StormTac. Till delområde 1 har den del av nuvarande bostadsområde som leds till befintligt makadamdike exporterats in vid beräkning. Markanvändning inom nuvarande bostadsområde har angetts som schablon för *Villaområde.* Bostadsområdet har vid utfört befintligt scenario angetts reningsanläggning *madamdike*. Då makadamdiket till stor del har eroderat bort är reningen överskattad i beräkningsresultatet.

För framtida situation används schablonerna *Villaområde*, *Villa- och radhusområde, Skolområde, parkering, Gång- och cykelväg, skogsmark, Väg 2 (ÅDT 1000*) samt *torg*. Karteringen av framtida markanvändning i StormTac baserades på bebyggelseförslag 2023-06-30 i Figur 2. I delområde 1 har nuvarande bostadsområde exporterats in. I delområde 2 har området delats upp i ett område som leds direkt till dagvattendammarna och ett som först leds till dagvattensstråket och sedan exporteras in till dagvattendammarna.

Av Tabell 13–Tabell 16 framgår beräknade halter och mängder av dagvattenföroreningar för den befintliga och framtida bebyggelsen för planområdet, före respektive efter rening av dagvattnet via föreslagna dagvattensystem. Resultatet redovisas separat för delområde 1 och delområde 2. Delområde 1 avvattnas mot vattenförekomsten *Göta älv - Slumpån till Stallbackaån* och delområde 2 till vattenförekomsten *Göta älv - Vänern till Stallbacka*.

Tabell 13. Delområde 1 inklusive befintligt bostadsområde. Beräknade föreningskoncentrationer i µg/l vid befintlig och framtida situation. Tabellen redovisar gränsvärden för god status i inlandsvatten (Havs- och vattenmyndigheten, 2019) och riktvärden för utsläpp av dagvatten till recipienter (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2020). Röda siffror visar koncentrationer efter rening som överskrider gränsvärden/riktvärden.

Ämne	Befintligt (µg/l)	Framtida efter rening (µg/l)	Gränsvärden (µg/l)	Riktvärden (µg/l)
P	34	42	-	50
N	420	780	-	1250
Pb	1,9	1,8	1,2[1]	28
Cu	5,0	5,2	0,5[1]	10
Zn	13	13	5,5[1]	30
Cd	0,07	0,11	0,08	0,90
Cr	1,5	1,0	3,4	7,0
Ni	1,9	1,6	4,0[1]	68
Hg	0,006	0,008	0,070[2]	0,070
SS	11 000	8 600	-	25 000
Olja	58	45	-	500
BaP	0,0062	0,0050	0,00017	0,27

[1]Avser biotillgänglig halt
[2]Avser maxhalt

Tabell 14. Delområde 2. Beräknade föreningskoncentrationer i µg/l vid befintlig och framtida situation. Tabellen redovisar gränsvärden för god status i inlandsvatten (Havs- och vattenmyndigheten, 2019) och riktvärden för utsläpp av dagvatten till recipienter (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2020). Röda siffror visar koncentrationer efter rening som överskrider gränsvärden/riktvärden.

Ämne	Befintligt (µg/l)	Framtida efter rening (µg/l)	Gränsvärden (µg/l)	Riktvärden (µg/l)
P	15	43	-	50
N	280	700	-	1250
Pb	1,8	1,3	1,2[1]	28
Cu	4,9	4,6	0,5[1]	10
Zn	14	10	5,5[1]	30
Cd	0,07	0,10	0,08	0,90
Cr	1,5	1,0	3,4	7,0
Ni	1,9	1,5	4,0[1]	68
Hg	0,006	0,012	0,070[2]	0,070
SS	11 000	8 800	-	25 000
Olja	64	25	-	500
BaP	0,0032	0,0050	0,00017	0,27

[1]Avser biotillgänglig halt
[2]Avser maxhalt

Beräknade föroreningsmängder redovisas i Tabell 15–Tabell 16. I tabellen redovisas befintliga mängder, framtida mängder utan rening och framtida mängder efter rening. Framtida föroreningsmängder efter rening understiger befintliga mängder för hälften av de analyserade ämnena. Röda siffror visar mängder efter rening som överskrider befintliga.

Tabell 15. Delområde 1 inklusive befintligt bostadsområde. Beräknade föroreningsmängder i kg/år vid befintlig och framtida situation. Röda siffror visar mängder efter rening som överskrider befintliga.

Ämne	Befintligt (kg/år)	Framtida (kg/år)	Framtida efter rening (kg/år)
P	2,2	8,3	3,2
N	27	84	59
Pb	0,12	0,43	0,13
Cu	0,33	0,91	0,39
Zn	1,0	3,2	1,0
Cd	0,0043	0,0190	0,0081
Cr	0,10	0,31	0,07
Ni	0,12	0,32	0,12
Hg	0,0004	0,0012	0,0006
SS	730	2100	650
Olja	3,8	23,0	3,4
BaP	0,00040	0,00170	0,00038

Tabell 16. Delområde 2.Beräknade föroreningsmängder i kg/år vid befintlig och framtida situation. Röda siffror visar mängder efter rening som överskrider befintliga.

Ämne	Befintligt (kg/år)	Framtida (kg/år)	Framtida efter rening (kg/år)
P	2,6	19,0	9,3
N	46	210	150
Pb	0,29	0,07	0,29
Cu	0,82	1,80	1,00
Zn	2,3	5,4	2,2
Cd	0,011	0,043	0,023
Cr	0,26	0,61	0,23
Ni	0,33	0,62	0,32
Hg	0,0009	0,0042	0,0026
SS	1 900	4 300	1 900
Olja	11	29	5
BaP	0,0005	0,0029	0,0011

6.1 Påverkan på recipientens status

Eftersom beräkningarna i StormTac är baserade på schablonhalter från mätningar för olika markanvändningar medför detta att det finns en osäkerhet. Vissa markanvändningar har exempelvis få mätdata, vilket gör att osäkerheten för dessa ökar. Användandet av typiska värden medför att beräknade värden inte alltid är representativa för enskilda projekt. Resultatet av föroreningsberäkningarna ska således inte betraktas som några exakta eller faktiska värden, men de ger en indikation på vilka ämnen som tenderar att öka/minska inom området utifrån antagen markanvändning.

Samtliga föroreningskoncentrationer uppfyller riktvärden för utsläpp av dagvatten till recipienter (Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad, 2021). Utifrån beräkningar i StormTac förväntas föroreningskoncentrationerna och föroreningsmängderna minska för hälften av de studerade ämnena, i framtiden jämfört med idag, under förutsättningen att föreslagna dagvattenåtgärder genomförs. I delområde 1 ökar mängden fosfor (P), kväve (N), koppar (Cu), kadmium (Cd) och kvicksilver (Hg). Bly (Pb) bedöms ej öka då beräknad framtida mängd är marginellt högre och reningseffekten i befintlig anläggning är överskattad. I delområde 2 ökar fosfor (P), kväve (N), koppar (Cu), kadmium (Cd), kvicksilver (Hg) och BaP. Som resultaten visar kan det vid exploatering av obebyggd naturmark vara utmanade, även vid ambitiös rening, att uppnå en reningsgrad som motsvarar befintlig föroreningsbelastning.

Enligt modelldata (SMHI och Havsvattenmyndigheten, 2025) har nedströms delsträcka av Göta älv en genomsnittlig årsvattenföring om ca 500–550 m^3/s. (2010–2023). Total årlig transport av näringsämnen var ca 160 000 kg fosfor och 9 700 000 kg kväve. Planområdets ökning av näringsämnen efter exploatering, ca 8 kg fosfor och 136 kg kväve, utgör en mycket liten andel (0,000048 fosfor och 0,000014 kväve) och bedöms ej riskera att sänka recipientens höga status avseende näringsämnen.

Sedan december 2015 får koncentrationen av kvicksilver (Hg) inte öka jämfört med befintliga förhållande. För att minska koncentrationen krävs minst en dubbelt så stor anläggning vilket inte bedöms motiverbart. Vidare är både kvicksilver och BaP, enligt StormTac, ämnen med osäkra värden, både vad gäller typiska halter och reningseffekter.

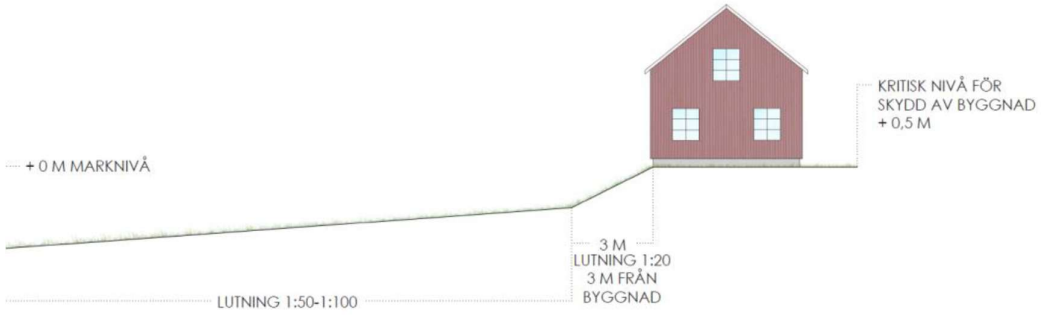
Vid jämförelse av framtida koncentrationer efter rening och gränsvärden för god status enligt HVMFS 2019:25 överskrider bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn) och kadmium (Cd). Kadmium överskrids marginellt och är den enda parametern som ej avser biotillgänglig halt. Den biotillgängliga halten är vanligen avseevärt lägre än total halt, och övriga ämnen bedöms därför klara gränsvärden för god status. För att reducera mängden metaller ytterligare är medvetna materialval av betydelse.

Planområdet, med föreslagna åtgärder, bedöms inte påverka någon av de klassade hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna negativt. Då samtliga studerade kvalitetsparametrar inom delområdena uppfyller riktvärdena med god marginal, bedöms föreslagen exploatering ej riskera möjligheterna att uppnå miljökvalitetsnormerna för ytvatten i vattenförekomsterna.

7 Avrinning och höjdsättning vid extrem nederbörd

Vid extrem nederbörd kommer kapaciteten att överskridas i dagvattensystemet varvid vatten behöver avledas ut från området ytledes för att inte orsaka översvämning, skador på egendom eller fara för tredje person. Avledningen sker lämpligast via gator som därför bör vara belägna på lägre nivåer än angränsande kvartersmark.

De delar av området som ska uppföras med nya byggnader föreslås höjdsättas och utformas på ett sådant sätt att marköversvämning vid ett 100-årsregn inte skadar byggnader. Gator och fastigheter ska i möjligaste mån harmonisera med varandra. Byggnader bör generellt höjdsättas till en nivå högre än anslutande gatumark för att en tillfredsställande avledning av yt- och dränvatten samt spillvatten ska kunna erhållas, se Figur 19. Lägsta golvnivå föreslås inte understiga 0,5 m över marknivån vid förbindelsepunkt för dagvatten, i enlighet med Svenskt Vattens publikation P105. Om höjdsättningen av sockelnivån utformas enligt rekommendationerna, så att gator i området alltid är belägna på lägre nivåer än kringliggande mark, kan dagvatten avledas via gatorna när dagvattensystemets maxkapacitet skulle överskridas vid extrem nederbörd.



Figur 19. Princip för höjdsättning (Illustration: Norconsult)

8 Skyfall

En skyfallsmodell har tagits fram i syfte att analysera hur planens genomförande påverkar översvämningssituationen för intilliggande väg E45 och för befintligt markavvattningsföretag sydöst om planområdet. Detta med bakgrund av att det finns risk för att genomförandet av detaljplanen leder till ökad översvämningsrisk för väg E45 och markavvattningsföretaget. Baserat på syftet med skyfallskarteringen har endast de delar av planområdet som avrinner österut mot väg E45 och befintligt markavvattningsföretag inkluderats i modellen.

Den del av planområdet som avrinner i sydvästlig riktning är inte inkluderad i skyfallsmodellen. Nedströms utgörs befintligt dagvattensystem framför allt av ett öppet dikessystem och trummor som översiktligt har god kapacitet. När dagvatten avrinner ytligt på huvudvägen mot Vänersborgsvägen kommer större flöden brädda till det västra vägdiket och avrinna till lågpunkt 2, se Figur 8. Lågpunkten har mycket stor volym och förväntas fungera som en översvämningsyta. Exploateringen är också liten i förhållande till hela avrinningsområdet till nedströms system. Som helhet bedöms denna del av planområdet ha mycket liten påverkan på nedströms översvämningssituationen.

Skyfallsmodellen har använts dels för att simulera befintlig situation, dels för att simulera en framtida situation. Vidare har regnhändelser med olika återkomsttider simulerats då översvämningsrisk för bebyggelse (intill markavvattningsföretag) har utvärderats vid ett 100-årsregn i enighet med Boverkets (2022) utgångspunkter medan översvämningsrisk för E45 har utvärderats vid ett 200-årsregn i enighet med Trafikverkets praxis. En klimatfaktor på 1,25 har applicerats på simulerade CDS-regn.

Skyfallsmodellen har tagits fram i ett tidigare skede av utredningen, i samband med version 1 (oktober 2023). Vid detta skede hade ej framtida markhöjder inom planområdet satts. Därav har modellerade scenarier för framtida situation baserats på befintliga markhöjder med undantag för förprojekterade dagvattendammar och dikesstråk. Befintliga lågpunkter i de områden som planeras att exploateras har i framtida höjddatafil fyllts upp då dessa antas byggas bort. Släntutbredning av föreslagna dagvattendammar har förändrats något sedan skyfallsmodellen togs fram. Dammarnas aktuella fördröjningsvolym är likvärdig den fördröjningsvolym som har modellerats och förändringen bedöms inte ha någon påverkan på resultatet. Vidare har skyfallsmodellen baserats på ett tidigare bebyggelseförslag (2023-06-30). Av Figur 2 tydliggörs skillnaden mellan de två bebyggelseförslagen. Det nya bebyggelseförslaget har liknande exploateringsgrad och förändringen gällande exploatering bedöms inte ha någon betydande påverkan på modellerat resultat.

I tidigare version, version 1, av aktuell utredning visade modellresultatet ett behov av ytterligare översvämningsåtgärder. En vall utmed E45 skapar magasinsvolym vid ett skyfall vilket minskar översvämningsrisken för E45 och för nedströms markavvattningsföretag. Inom skyfallsutredningen har vallens lägsta nivå utretts och konstaterats vara +63,5 m, se R-51-1-202. Vid simulering av framtida situation har en trumma med dimension 600 mm på nivån +62,0 inkluderas för att ge ett kontrollerat genomflöde av vatten. Vid ett projekteringsskede kan trummor som leder vatten genom vallen behöva utformas med hänsyn till genomträngning av buller.

I Bilaga 1 ges en teknisk beskrivning av skyfallsmodellen samt metodik och antaganden. I kapitel 8.1 redovisas resultat från skyfallssimuleringarna och i kapitel 8.2 ges en analys av resultatet.

8.1 Resultat skyfallssimuleringar

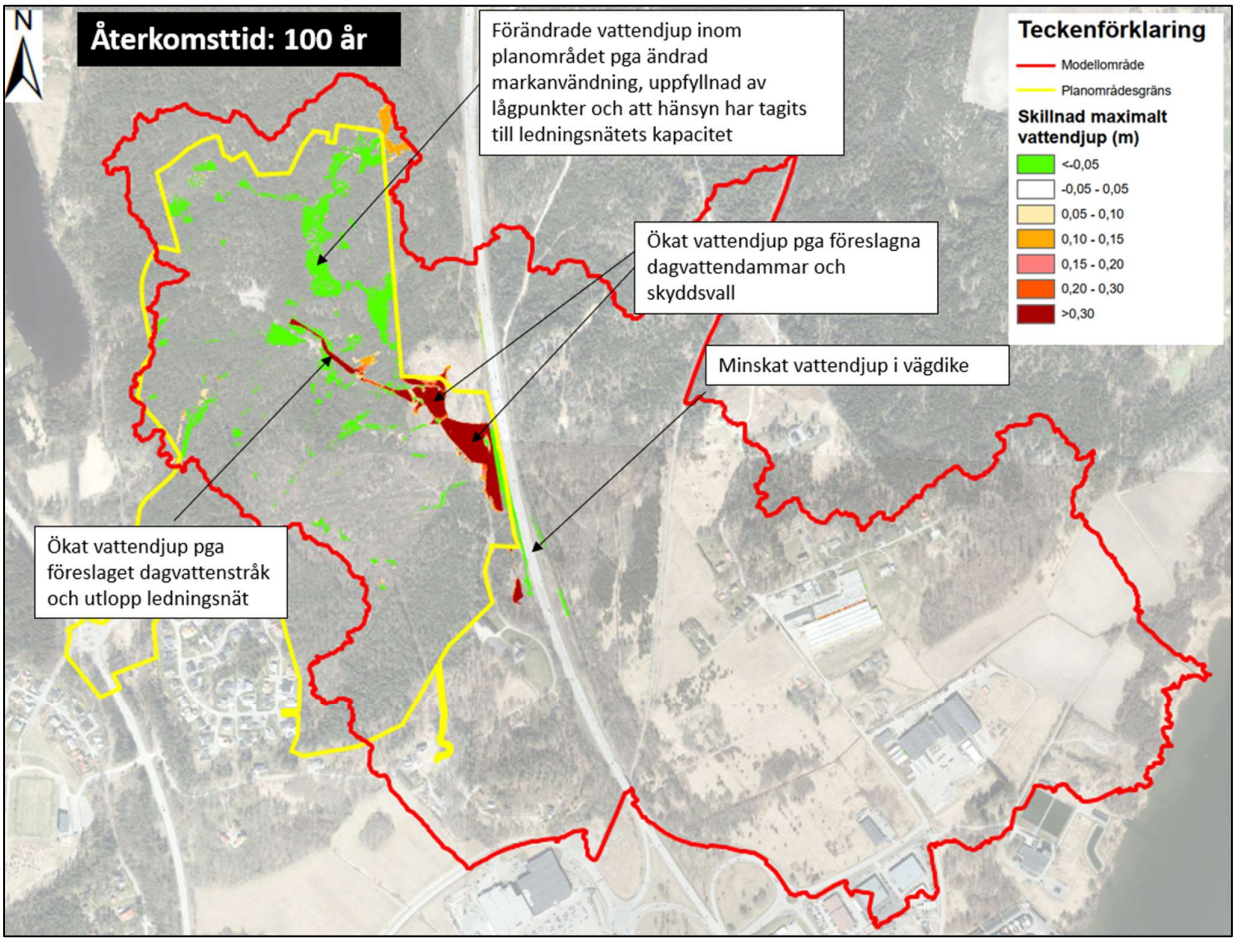
I detta avsnitt redovisas skillnader i maximalt vattendjup och maximalt flöde för framtida och befintlig situation baserat på simulering av 100- och 200-årsregn. Resultatet i sin helhet presenteras i Bilaga 2–7. I bilagorna presenteras även maximalt vattendjup och maximalt flöde baserat på simuleringar av befintlig och framtida situation. Maximalt vattendjup och maximalt flöde har beräknats i varje beräkningscell sett över hela simuleringsperioden. Det är därmed inte givet att dessa vattendjup och flöden inträffar vid samma tidpunkt i hela området.

Beräknade maximala vattennivåer vid skyddsvallen redovisas av Tabell 17. Vid ett 100-årsregn är beräknad maximal vattennivå lägre än vallen och inget vatten flödar då ytligt över vallen. Vid ett 200-årsregn överstiger beräknad maximal vattennivå vallens nivå och vatten flödar över vallen. Vallens nivå är +63,5 m vid simulering av framtida situation.

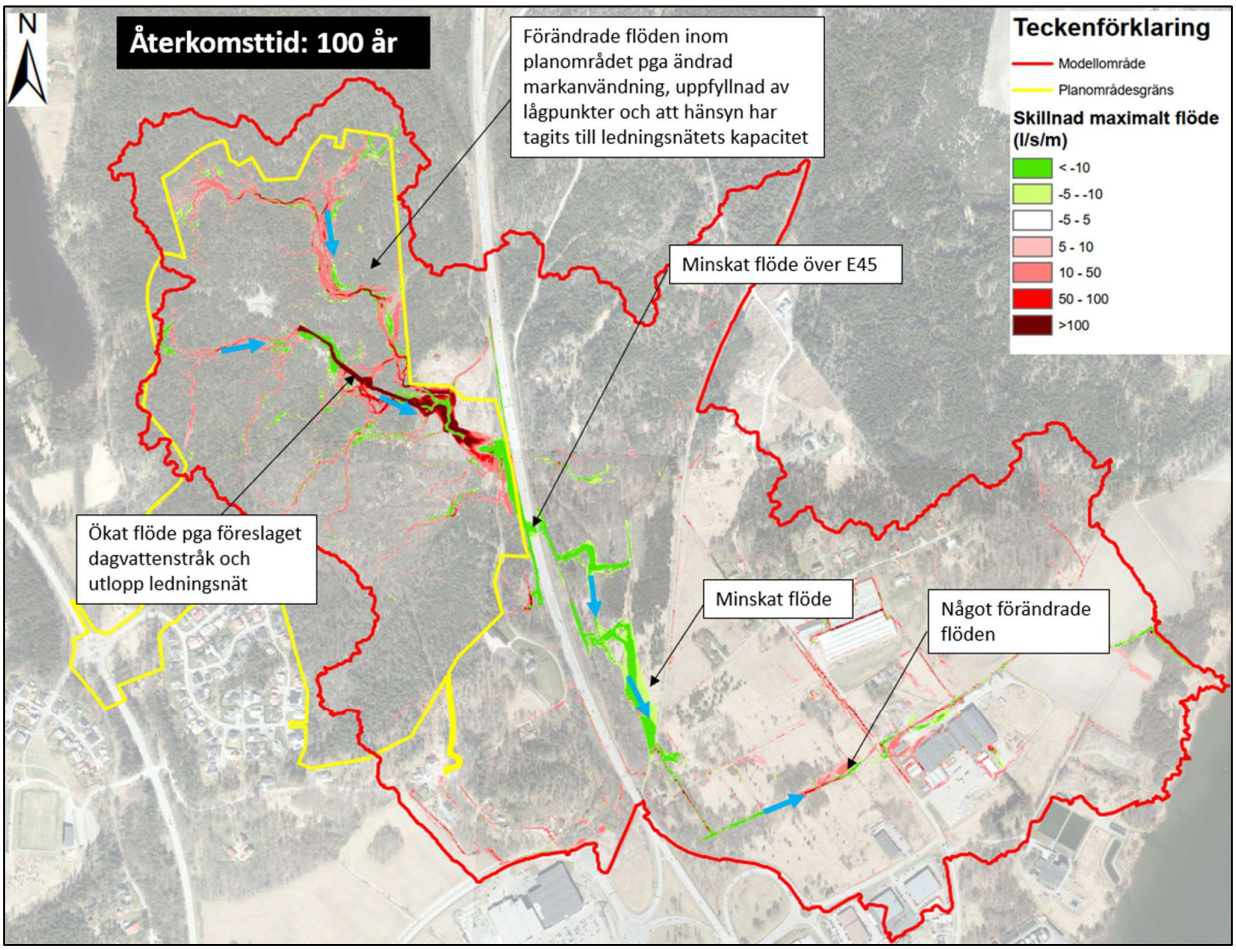
Tabell 17. Beräknade maximala vattennivåer vid skyddsvallen. Vallens nivå är +63,5 m vid simulering av framtida situation.

Återkomsttid	Beräknad maximal vattennivå vid skyddsvall	Flödar vatten ytligt över skyddsvallen?
100 år	+63,17	Nej
200 år	+63,57	Ja

Figur 20 och Figur 21 redovisar skillnader i maximalt vattendjup och maximalt flöde vid jämförelse av framtida och befintlig situation vid simulering av ett CDS-regn med återkomsttid 100 år. Positiva intervall representerar områden där framtida vattendjup/flöde beräknas bli högre jämfört mot befintligt vattendjup/flöde. Negativa intervall representerar områden där framtida vattendjup/flöde beräknas bli lägre jämfört mot befintligt vattendjup/flöde. Förändringar av flöde intill hustak beror på instabilitet i skyfallsmodellen och bör ignoreras.

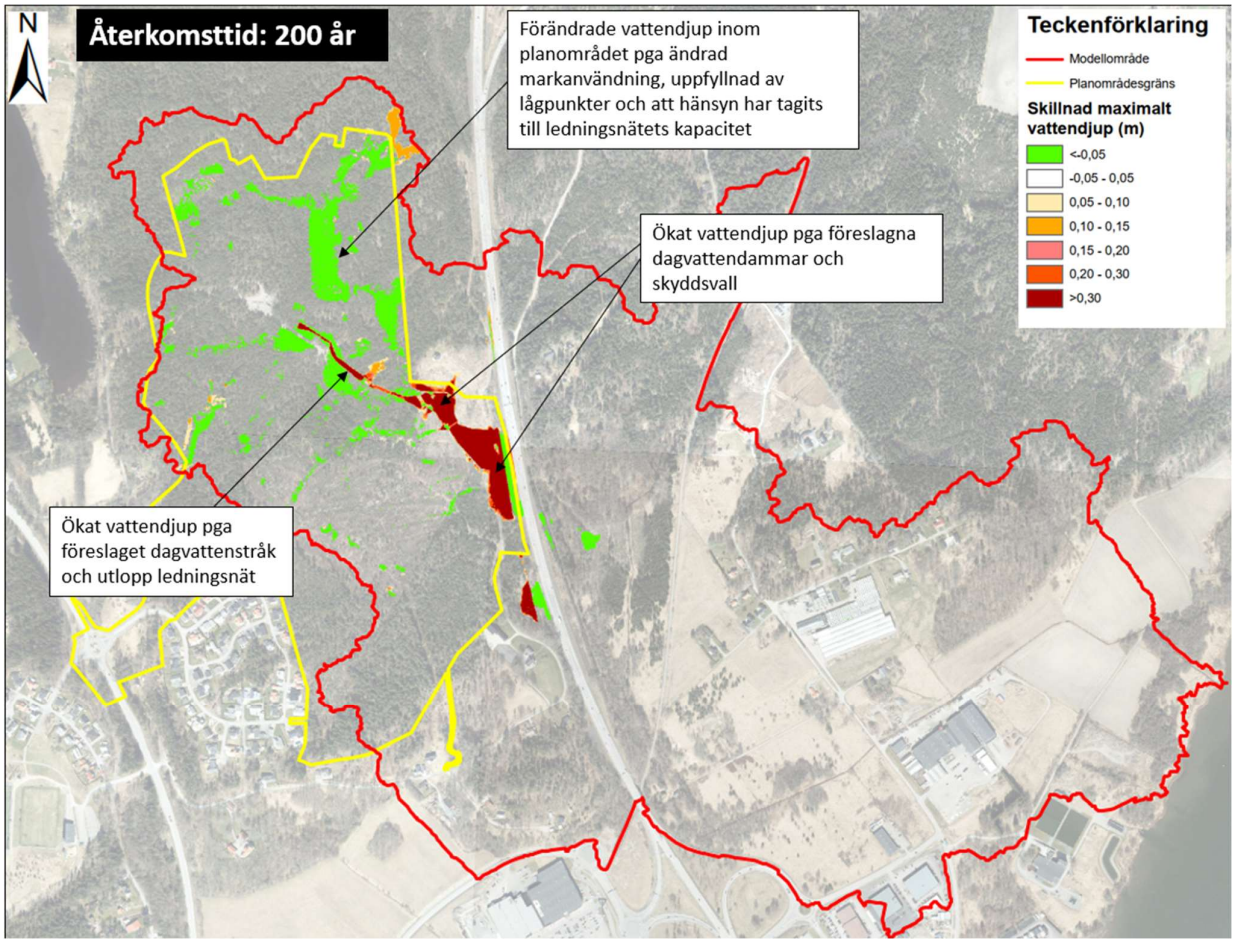


Figur 20. Skillnad i maximalt vattendjup mellan framtida och befintlig situation för regn med återkomsttid 100 år. Positiva intervall representerar områden där framtida vattendjup beräknas bli högre jämfört mot befintliga vattendjup. Negativa intervall presenterar områden där framtida vattendjup beräknas bli lägre jämfört mot befintliga vattendjup.

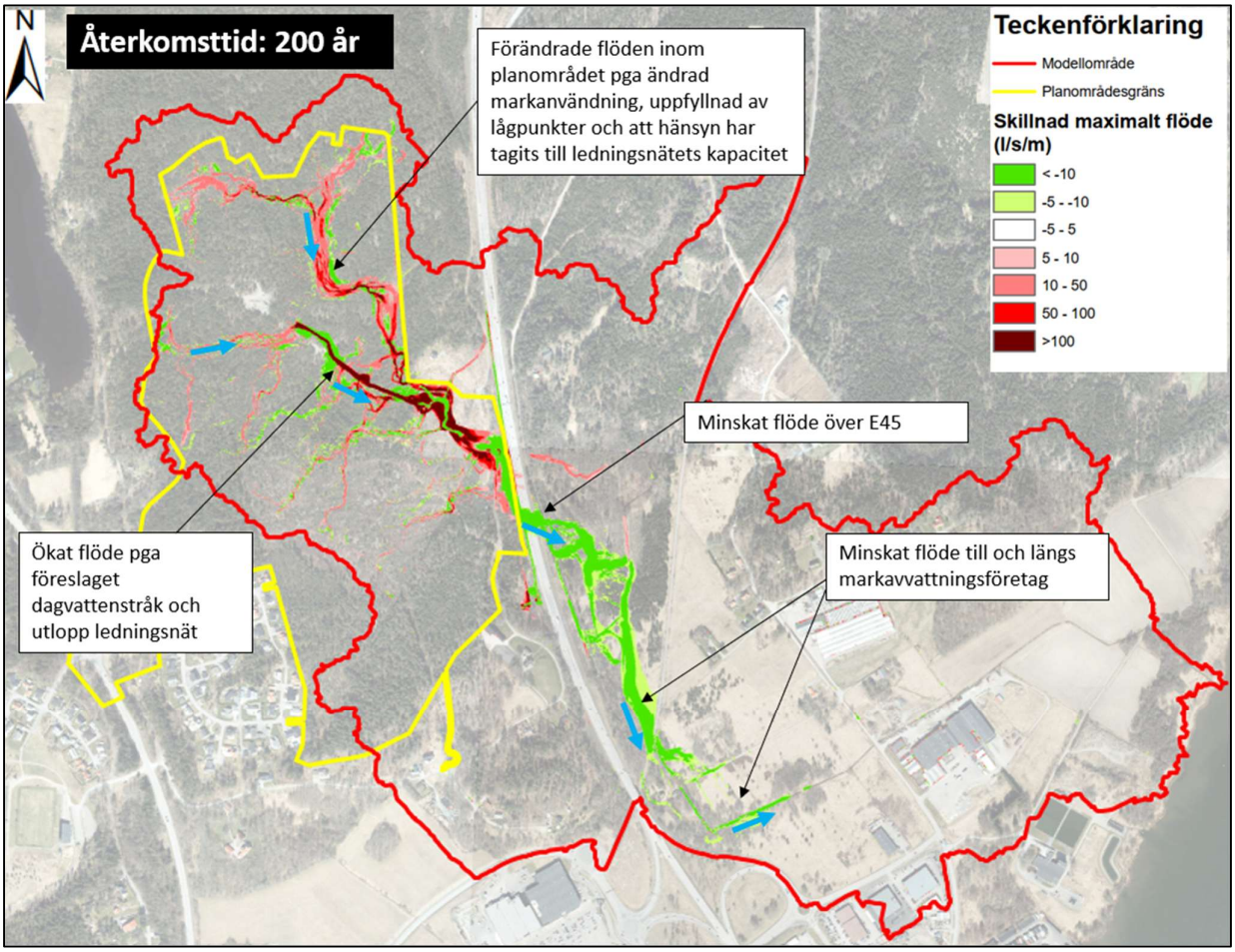


Figur 21. Skillnad i maximalt flöde mellan framtida och befintlig situation för regn med återkomsttid 100 år. Positiva intervall representerar områden där framtida flöde beräknas bli högre jämfört mot befintligt flöde. Negativa intervall presenterar områden där framtida flöde beräknas bli lägre jämfört mot befintligt flöde. Enheten l/s/m kan likställas med ett flöde i enheten l/s över en sektion som är en meter bred. Huvudsakliga flödesriktningar har markerats med blå pilar.

Figur 22 och Figur 23 redovisar skillnader i maximalt vattendjup och maximalt flöde vid jämförelse av framtida och befintlig situation vid simulering av ett CDS-regn med återkomsttid 200 år. Positiva intervall representerar områden där framtida vattendjup/flöde beräknas bli högre jämfört mot befintligt vattendjup/flöde. Negativa intervall representerar områden där framtida vattendjup/flöde beräknas bli lägre jämfört mot befintligt vattendjup/flöde.



Figur 22. Skillnad i maximalt vattendjup mellan framtida och befintlig situation för regn med återkomsttid 200 år. Positiva intervall representerar områden där framtida vattendjup beräknas bli högre jämfört mot befintliga vattendjup. Negativa intervall presenterar områden där framtida vattendjup beräknas bli lägre jämfört mot befintliga vattendjup.



Figur 23. Skillnad i maximalt flöde mellan framtida och befintlig situation för regn med återkomsttid 200 år. Positiva intervall representerar områden där framtida flöde beräknas bli högre jämfört mot befintligt flöde. Negativa intervall presenterar områden där framtida flöde beräknas bli lägre jämfört mot befintligt flöde. Enheten l/s/m kan likställas med ett flöde i enheten l/s över en sektion som är en meter bred. Huvudsakliga flödesriktningar har markerats med blå pilar.

8.1.1 Planens påverkan på nedströms område

Planens påverkan på nedströms område sammanfattas av Tabell 18.

Tabell 18. Planens påverkan på nedströms område

Medför planens genomförande:	100-årsregn	200-årsregn
Ökade flöden över E45	Nej	Nej
Ökade vattendjup på E45	Nej	Nej
Ökade flöden i markavvattningsföretag	Delvis[1]	Nej
Ökade vattendjup i markavvattningsföretag	Nej	Nej

[1] *Delvis ökade flöden på grund av ett förändrat flödesförlopp. I Figur 21 kan det ses att flödet skiftar från ökande till minskande flöde genom markavvattningsföretaget. Flödesskillnaderna är små och påverkar ej översvämningsnivåerna. Se kapitel 0 för analys av förändringen.*

8.2 Analys av resultat skyfallssimuleringar

I detta kapitel ges en analys och förklaring av resultatet.

8.2.1 Inom planområdet

Beräkningarna visar att både vattendjup och flöde förändras inom planområdet vid jämförelse av maximala värden för framtida och befintlig situation, se Figur 20- Figur 23. Nedan listas förklaringar till förändringarna:

- Planen medför en förändrad markanvändning genom att naturmark hårdgörs vilket leder till ökad avrinning och minskad infiltration.
- Planens genomförande har antagits medföra att befintliga lågpunkter bebyggs, därför har dessa fyllts upp i höjdmodellen för framtida situation. Uppfyllnad av befintliga lågpunkter medför att mindre vatten blir stående i dessa områden.
- Vid simulering av framtida situation har marknivåer ändrats med hänsyn till föreslaget dagvattensstråk och föreslagna dagvattendammar vilket medför att vattendjupet vid anläggningarna ökar jämfört mot befintlig situation.
- Hänsyn har tagits till ledningsnätets kapacitet vid simulering av framtida situation. Detta medför en omfördelning av regnvolymer från hårdgjorda ytor inom planområdet till föreslaget dagvattensstråk. Omfördelningen av regnvolymer bedöms ha stor påverkan vid jämförelse av skillnader i maximalt vattendjup och flöde inom planområdet. Detta då omfördelningen av regnvolymer medför minskade vattendjup och flöden inom planens hårdgjorda ytor samt ökade vattendjup och flöden i föreslaget dagvattensstråk. Omfördelningen beskrivs mer detaljerat i Bilaga 1.

8.2.2 Nedströms planområdet

Beräkningarna visar att både vattendjup och flöde förändras nedströms planområdet vid jämförelse av maximala värden för framtida och befintlig situation, se Figur 20- Figur 23. Nedan listas förklaringar till förändringarna:

- Vid simulerat 100-årsregn förändras rinnvägarna öster om E45 något och längs markavvattningsföretaget kan både större och mindre maxflöden jämfört med befintlig situation konstateras. Det är relativt små ändringar i maximalt flöde och de förändrade flödena beräknas inte att leda till någon förändring av översvämningsnivåer. Anledningen är att rinnvägar förändras något i och med skyddsvallen som förhindrar det mer diffusa flödet över E45 som uppstår vid befintlig situation.
- Trumma genom skyddsvallen som har inkluderats i simuleringen av framtida situation leder till att flödet till E45 är koncentrerat till en punkt, till befintlig vägtrumma (trumma 1 i Figur 6). Under skyfallets intensiva del magasineras vattenvolymer på västra sidan av skyddsvallen för att sedan avtappas kontrollerat genom skyddsvallens trumma och därefter genom trumman under E45. Skyddsvallen och placeringen av trumman genom vallen leder således till ett kontrollerat flöde till trumman under E45 vilket är fördelaktigt för E45.

Vid simulerat 200-årsregn beräknas planens genomförande inte att leda till förändrade rinnvägar såsom vid ett 100-årsregn. Anledningen är att översvämningsnivån vid ett 200-årsregn vid framtida situation är högre än skyddsvallen och vatten flödar över vallen vilket inte är fallet vid ett 100-årsregn. Därmed fås inte samma omfördelning av vattenvolymer i vid ett 200-årsregn som vid ett 100-årsregn.

9 Slutsats

Ett fördjupat utformningsförslag har genomförts för tillkommande VA-system. Genom planområdet planeras en huvudväg med en höjdpunkt vid befintlig vattendelare. Spillvattnet nordost om vattendelaren föreslås avledas till en tillkommande pumpstation i planområdets östra del, i anslutning till dagvattendammarna. Detta med undantag för ett villaområde som föreslås ingå i utbyggnadsetapp 1 (och delområde 1), och därmed förbinds med självfallssystemet sydväst vattendelaren. En trycksatt spillvattenledning föreslås anläggas från pumpstationen till höjdpunkten som därefter övergår till en självfallsledning. Spillvattnet ansluts till befintligt ledningsnät i anknytning till Älvåsvägen. Vattenledningar föreslås anläggas med rundmatning parallellt med självfallsledningar för spillvattnet och ansluts till befintlig vattenledning i närhet till Vänersborgsvägen.

Föreslagen exploatering inom planområdet medför ökade dagvattenflöden från området. Planområdet omvandlas från skogsmark till bostadsområde vilket resulterat i att fördröjning av dagvatten krävs. Föreslagen dagvattenhantering innefattar ett svackdike och en dagvattendamm i väst, och i öst föreslås en seriekopplad dagvattenlösning med två öppna dagvattensstråk och två dagvattendammar.

VA- och dagvattenberäkningar har ej har reviderats utifrån det senaste bebyggelseförslaget/plankartan och är resultatet preliminärt. Beräkningarna förväntas ej skilja sig betydande och bedöms ej påverka systemförslaget. I samband med detaljprojektering behöver beräkningarna uppdateras så att anläggningar dimensioneras korrekt.

Utförda föroreningsberäkningar i verktyget StormTac visar på att ca hälften av de studerade ämnena kommer att minska i såväl halt som mängd jämfört med befintlig föroreningsbelastning efter rening via föreslagna dagvattensystem. Samtliga föroreningshalter är lägre än Göteborgs Stads riktvärden gällande utsläpp av dagvatten till recipienter med god marginal. Endast kadmium bedöms marginellt överskrida gränsvärdet för god status i vattendrag enligt HVMFS 2019:25. Total belastning av näringsämnen kommer att öka efter exploatering, trots omfattande reningsanläggningar. Ökningen är mycket liten i förhållande till recipientens vattenföring och årliga transport av näringsämnen, och bedöms ej riskera vattenförekomsternas höga status.

För att förhindra översvämning föreslås området höjdsättas så att naturliga rinnvägar bevaras. Byggnader förslås höjdsättas till en nivå högre än anslutande gatumark. Väg- och gatuhöjdsättningen som har framarbetats parallellt med föreliggande utredning bedöms ge goda förutsättningar för ytledes dagvattenavrinning.

Utförd skyfallsutredning påvisar att planens genomförande inklusive föreslagna dagvattenåtgärder och planerad skyddsvall inte beräknas att leda till högre översvämningsdjup nedströms planområdet vid ett 100- eller 200-årsregn. Resultat från skyfallssimuleringar visar även att maximalt flöde över E45 beräknas att minska. Vid ett 100-årsregn förväntas något förändrade flöden längs markavvattningsföretaget då mer vatten leds genom befintlig vägtrumman i stället för att rinna över E45. De omfördelade flödena är små och påverkar inte de maximala vattendjupen som uppstår.

10 Referenser

Boverket. (2022). *PBL Kunskapsbanken*. Hämtat från Utgångspunkter för bedömning av översvämningsrisk: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvamning/stod-till-lansstyrelsen-vid-riskbedomning/utgangspunkter/ den 30 Mars 2023

Göteborgs Stad. (2021). *Förslag: Göteborgs Stads riktlinje för styrande nyckeltal för kommunala verksamhetslokaler.* Göteborg: Göteborgs Stad.

Havs- och vattenmyndigheten. (2019). *HVMFS 2019:25.*

Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad. (2021). *Reningskrav för dagvatten.*

Länsstyrelsen i Västra Götalands län. (den 07 06 2023). *Länsstyrelsen i Västra Götalands län*. Hämtat från Informationskartan Västra Götaland: https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=023f6dde755f41c5a719b111ddfb80ed

Länsstyrelsen Västra Götalands län. (2022). *Beslut om vattenskyddsområde för Vänersborgsviken och Göta älvs vattentäkter.* Länsstyrelsen Västra Götalands län.

Miljöförvaltningen Göteborgs Stad. (2020). *Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient.* Miljöförvaltningen Göteborgs Stad.

Norconsult. (2021). *Dagvattenutredning Underlag till planprogramför Hults höjd, Trollhättans Stad.* Norconsult.

Norconsult AB. (2023). *Hults höjd i Trollhättan - Detaljplaneskede PM Geoteknik (Granskningshandling för samråd).* Norconsult AB.

Riksantikvarieämbetet. (den 30 10 2018). *Fornsök Riksantikvarieämbetet*. Hämtat från L1964:9020 Gravfält Fornlämning: https://app.raa.se/open/fornsok/lamning/7d8cd4c9-9596-42e8-9c0d-a5a05da786b6

SCALGO Live. (den 14 03 2023). Hämtat från SCALGO Live: https://scalgo.com/live/sweden?res=1&ll=12.294109%2C58.324840&lrs=lantmateriet_topowebb_nedtonad%2Csweden%2Fsweden%3A3006%3Arain%3Aflash-flood-flow%3Ase2017%3Boption%3DffmIdentifier%3Dglass%2Csweden%2Fsweden%3A3006%3Arain%3Aflooded-edgeflow-dfs%3Ase2017%2

SGU. (den 14 03 2023). Hämtat från Kartvisare jordarter 1:25000 - 1:100000: https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html

SGU. (2023). *Kartvisare Grundvattenmagasin*. Hämtat från SGU: https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-grundvattenmagasin.html

SMHI. (2023). *Nederbörd*. Hämtat från Nederbörd - Station Trollhättans flygplats : https://www.smhi.se/data/meteorologi/nederbord

SMHI och Havsvattenmyndigheten. (den 13 02 2025). *Modelldata per område - 108 Göta älv*. Hämtat från Vattenwebb: https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/

Svenskt Vatten. (2016). *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten.* Stockholm: Svenskt Vatten.

Svenskt Vatten. (2016). *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten.* Stockholm: Svenskt Vatten.

Svenskt Vatten. (2019). *Avledning av dag-, drän, och spillvatten - Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Publikation P110.* Svenskt Vatten.

Svenskt Vatten. (2020). *P114 - Distribution av dricksvatten.* Svenskt Vatten AB.

Trollhättan energi. (2021). *Kravspecifikation för projektering och byggnation av ledningsnät och pumpstationer .* Trollhättan: Trollhättan energi.

Trollhättans Stad. (2013). *Översiktsplan 2013: Plats för framtiden.* Trollhättan: Trollhättans Stad.

Trollhättans Stad. (2021). *Dagvattenstrategi.* Trollhättan: Trollhättans Stad.

Trollhättans Stad. (2022). *Planprogram för TÄTORTSUTBYGGNAD VID HULTS HÖJD, Överby 10:5 och 10:6 med flera.* Trollhättan: Trollhättans Stad.

Vatteninformationssystem Sverige. (den 13 03 2023). *Göta älv - Slumpån till Stallbackaån*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige: https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA16165459

Vatteninformationssystem Sverige. (den 27 06 2023). *VISS Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från Göta älv - Vänern till Stallbacka: https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA87968084

Vatteninformationssytem Sverige. (den 18 09 2023). *VISS*. Hämtat från Vattenkartan: https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?popup&highlight&appid=8ff5aac29d624cf78a4af7accc365d2c&query=VISS_API_9839,EU_CD=%27SE647307-129768%27

Bilaga 1 Teknisk beskrivning av skyfallsmodell

Version 2	2025-04-09	Modellteknisk beskrivning	Johanna Pålsson	Martin Rosén	Adam Västernäs
GH	2025-03-28	Modellteknisk beskrivning	Johanna Pålsson	Martin Rosén	Adam Västernäs
Version 1	2023-11-13	Modellteknisk beskrivning	Johanna Pålsson	Martin Rosén	Adam Västernäs
GH	2023-10-19	Modellteknisk beskrivning	Johanna Pålsson	Martin Rosén	Adam Västernäs
Version	**Datum**	**Beskrivning**	**Upprättat**	**Granskat**	**Godkänt**

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

1 Inledning och syfte

Som tilläggsuppdrag till *VA-, dagvatten- och skyfallsutredning till detaljplan för Hults höjd* har en skyfallsmodell tagits fram.

Skyfallsmodellen har tagits fram i syfte att analysera hur aktuellt bebyggelseförslag påverkar översvämningssituationen för intilliggande väg E45 och för befintligt markavvattningsföretag sydöst om planområdet. Detta med bakgrund av att det finns risk för att genomförandet av detaljplanen leder till ökad översvämningsrisk för väg E45 och markavvattningsföretaget. Baserat på syftet med skyfallskarteringen har endast de delar av planområdet som avrinner österut mot väg E45 och befintligt markavvattningsföretag inkluderats i modellen. Endast en mindre del av planområdet avrinner i sydvästlig riktning och är därmed inte inkluderad i skyfallsmodellen. Nedströms den del av planområdet som inte har inkluderats i skyfallsmodellen är befintliga trummor och diken av större dimension och bedöms ha god kapacitet. Bostadsområdet nedströms den del av planen som inte har behandlats i skyfallsmodellen bedöms som glesbebyggt.

Detta dokument syftar till att ge en beskrivning av den metodik och de antaganden som har applicerats vid framtagande av skyfallsmodell. Resultatet av skyfallsmodelleringen beskrivs i huvuddokumentet *VA-, och dagvatten- och skyfallsutredning till Hults höjd, detaljplaneskede*.

1.1 Undersökta scenarier

Skyfallsmodellen har använts dels för att simulera befintlig situation, dels för att simulera en framtida situation. För att ta höjd för klimatförändringar med bland annat ökad nederbörd har en klimatfaktor på 1,25 applicerats. Klimatfaktorn har applicerats på både befintlig och framtida situation för att göra de två situationerna jämförbara med varandra. Vidare har regnhändelser med olika återkomsttider simulerats då översvämningsrisk för bebyggelse har utvärderats vid ett 100-årsregn i enighet med Boverkets (2022) utgångspunkter medan översvämningsrisk för E45 har utvärderats vid ett 100- och 200-årsregn i enighet med Trafikverkets praxis.

Baserat på ovan resonemang har följande scenarier utvärderats:

- 100-årsregn för befintlig situation (klimatfaktor 1,25)
- 200-årsregn för befintlig situation (klimatfaktor 1,25)
- 100-årsregn för framtida situation inklusive bebyggelseförslag och föreslagna dagvattenanläggningar/översvämningsytor samt planerad skyddsvall (klimatfaktor 1,25).
- 200-årsregn för framtida situation inklusive bebyggelseförslag och föreslagna dagvattenanläggningar/översvämningsytor samt planerad skyddsvall (klimatfaktor 1,25).

Planerad skyddsvall har inkluderats i simuleringar för framtida situation. I tidigare version, version 1, av aktuell utredning inkluderades ingen skyddsvall i skyfallssimuleringarna för framtida situation. Detta eftersom behovet av ytterligare översvämningsåtgärder ej var känt. I version 1 av utredningen konstaterades att ytterligare skyfallsåtgärder krävs för att planen inte ska riskera att försämra skyfallssituationen för nedströms område. En vall utmed E45 skapar magasinsvolym vid ett skyfall vilket minskar översvämningsrisken för E45 och för nedströms markavvattningsföretag. Inom skyfallsutredningen har vallens lägsta nivå med hänsyn till skyfall utretts och konstaterats vara +63,5 m. Med hänsyn till skyfall finns behov av en vall från dammens placering och ca 170 m söderut, se R-51-1-202. Vid simulering av framtida situation har en trumma med dimension 600 mm på nivån +62,0 inkluderas för att ge ett kontrollerat genomflöde av vatten genom vallen.

1.2 Underlag

Följande underlag har legat till grund för framtagande av aktuell skyfallsmodell:

- Höjddata upplösning 1x1 m (raster), erhållet av Trollhättan Stad via Lantmäteriet, 2023- 03-15
- Befintliga byggnader (shp), erhållet av Trollhättan Stad, 20023-03-08
- Vägar (shp), erhållet av Trollhättan Stad, 2023-03-13
- Ortofoto (raster), erhållet av Trollhättan Stad via Lantmäteriet 2023-03-27
- Inmätning av trummor och diken (dwg), Trollhättan Stad 2023-04-13
- Framtida bebyggelse och väg-utformning inom planområdet framtaget av Norconsult daterat 2023-06-30[1]
- Framtida dagvattensystem inom planområdet, se beskrivning i huvudrapport *VA-, dagvatten- och skyfallsutredning till detaljplan för Hults höjd*

[1]Sedan skyfallsmodellen togs fram har ett nytt bebyggelseförslag arbetats fram. Det nya bebyggelseförslaget har liknande exploateringsgrad som det bebyggelseförslag som skyfallsmodellen har baserats på. I huvudrapporten tydliggörs skillnaden mellan de två bebyggelseförslagen.

1.3 Förutsättningar

Nedan presenteras förutsättningar för skyfallsmodellen:

- Skyfallsmodellen är framtagen i programvaran Mike+, version 2023 uppdatering 1.

- Allt material som tagits fram och levererats är i koordinatsystem SWEREF99 12 00 och höjdsystem RH 2000. Samtliga höjdnivåer i denna rapport refererar till dessa system.

- Endast de delar av planområdet som avrinner i sydöstlig riktning mot väg E45 och befintligt markavvattningsföretag har inkluderats i modellen.

- Vattennivån i Göta älv har ansatts till +40,0 m i samråd med Trollhättan Energi. Nivån +40,0 ligger mellan nivån för dagens medelvattenflöde (+39,87) och nivån för dagens högsta flöde (+40,11). De vattennivåer som uppkommer vid dagens medelvattenflöde och högsta flöde är baserat på simulerade nivåer av PEAB (2021).

- Skyfallsutredningen har utförts i ett skede då framtida markhöjder ej har satts. Därav har modellerade scenarier för framtida situation baserats på befintliga markhöjder med undantag för förprojekterade dagvattendammar och dikesstråk. Befintliga lågpunkter i de områden som planeras att exploateras har i framtida höjddatafil fyllts upp då dessa antas byggas bort. Planerad bullervall har inkluderats i simuleringar för framtida situation.

- Släntutbredning av föreslagna dagvattendammar har förändrats något sedan skyfallsmodellen togs fram. Dammarnas aktuella fördröjningsvolym är likvärdig den fördröjningsvolym som har modellerats och förändringen bedöms inte ha någon påverkan på resultatet.

- Skyfallsmodellen har baserats på ett tidigt bebyggelseförslag (2023-06-30). Av huvudrapporten tydliggörs skillnaden mellan de två bebyggelseförslagen. Det nya bebyggelseförslaget har liknande exploateringsgrad och förändringen gällande exploateringsförslag bedöms inte ha någon betydande påverkan på skyfallsresultaten.

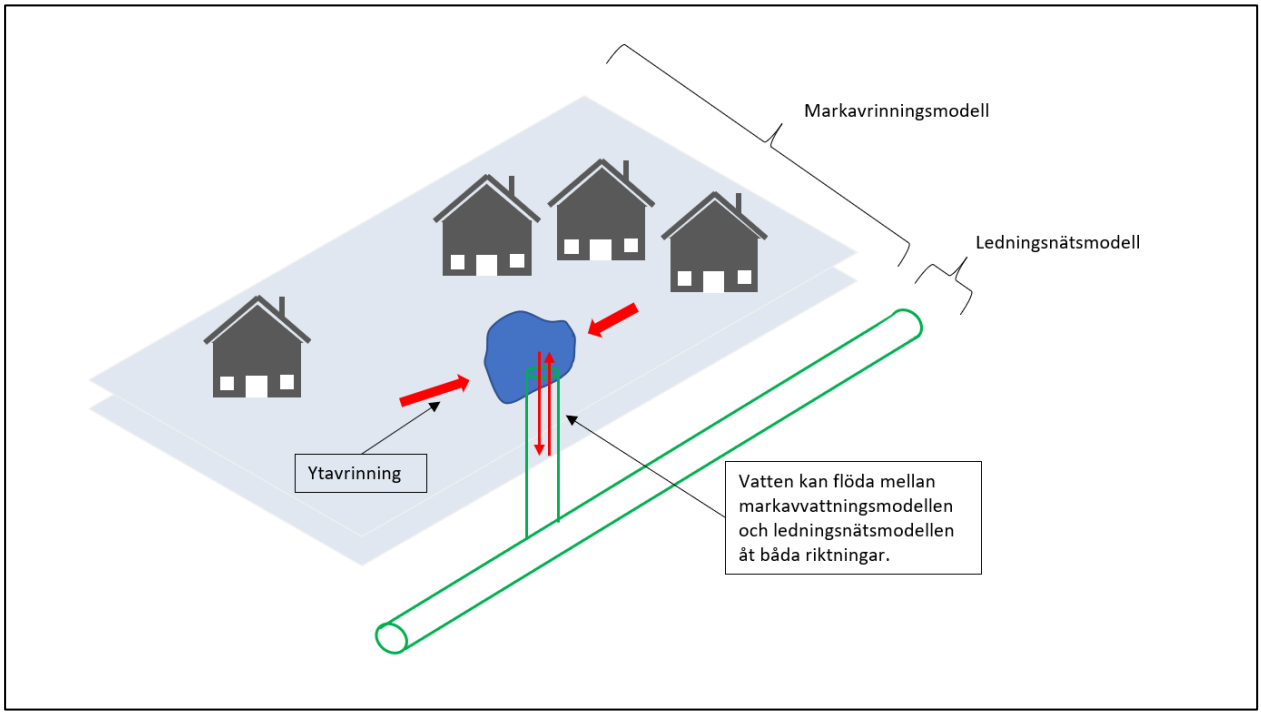
- Framtida ledningsnät har ej inkluderats i modellen då karteringen har utförts i ett tidigt skede. Det flöde som framtida ledningsnätet uppskattats kunna hantera under en skyfallssituation har dragits av från de ytor som planeras att avvattnas av ledningsnät. Motsvarande flöde har ansatts som inflöde i planerat dagvattenstråk med efterföljande dagvattendammar.

- Trummor har inkluderats i modellen.
- För klimatanpassade regnhändelser har en klimatfaktor på 1,25 applicerats i enighet med Svenskt Vattens rekommendationer (2019). Klimatfaktor har applicerat på både befintlig och framtida situation för att dessa ska bli jämförbara med varandra.
- Regnvaraktighet för samtliga simulerade scenarier har ansatts till 6 timmar.
- Simuleringstiden är satt till 8 timmar dvs 2 timmar längre än regnvaraktigheten för att fånga regnets efterföljande konsekvenser, exempelvis avrinning till lågpunkter efter regnhändelsens slut.

1.4 Kopplad skyfallsmodell i Mike+

Framtagen kopplad skyfallsmodell i Mike+ möjliggör modellering av endimensionella icke-stationära vattenflöden i ledningsnät i kombination med tvådimensionell simulering av ytflödes-, skyfalls- och översvämnings-modellering. Således erhålls resultat som tar hänsyn till infiltration, ledningsnät/trummor och dämning. Modellen är uppbyggd genom att en markavrinningsmodell (2D-modell) kombineras med en ledningsnätsmodell (1D-modell) bestående av trummor och kulvertar. För respektive simulerat tidssteg fås interaktionen mellan ledningsnätsmodellen och markavvattningsmodellen mellan vilka vatten kan flöde åt båda riktningar. Interaktionen mellan de två modellerna möjliggörs genom så kallade modellkopplingar. I Figur 1 redovisas en principskiss av en kopplad skyfallsmodell.

I detta fall utgörs ledningsnätsmodellen endast av trummor då förprojekterat dagvattennät ej har inkluderats i modellen.



Figur 1. Principskiss av en kopplad skyfallsmodell (illustration: Norconsult).

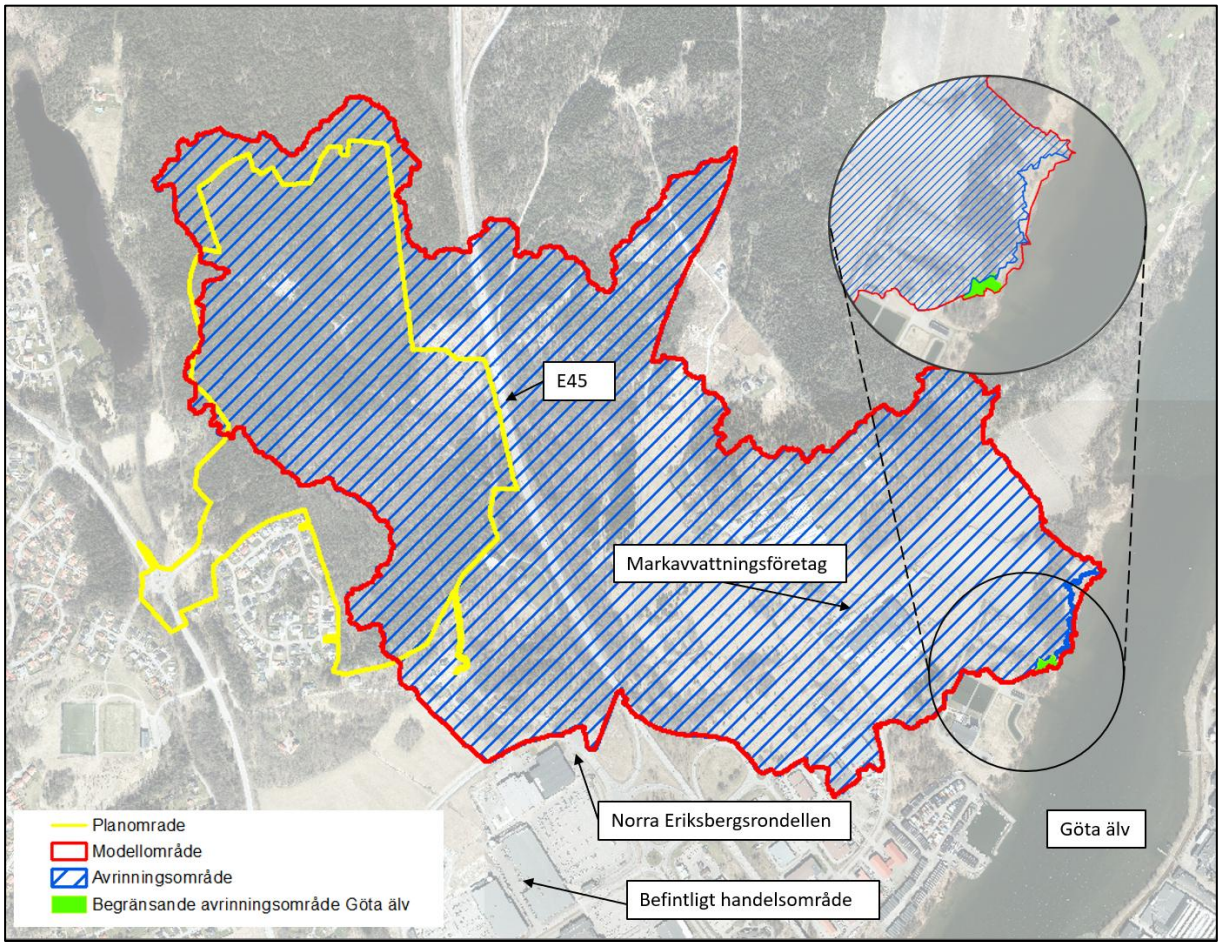
2 Modelluppbyggnad markavrinningsmodell

Nedan beskrivs hur markavrinningsmodellen har byggts upp och vilka antagande som har gjorts.

2.1 Avrinningsområde/Modellområde

Modellområdet redovisas i Figur 2, se röd markering. Modellområdet har till stor del baserats på avrinningsområdet (blå markering) för de delar av planområdet (gul markering) som avrinner i sydöstlig riktning mot väg E45 och befintligt markavvattningsföretag (se huvudrapport). Avrinningsområden har utvärderats i programvaran Scalgo Live baserat på Lantmäteriets höjddata med upplösning 1x1 m. Då Scalgo Live inte tar hänsyn till alla trummor/kulvertar har viss handpåläggning behövt göras vid analys av avrinningsområde. För att begränsa modellens komplexitet har en förenkling av avrinningsområdet gjorts. Analys i Scalgo Live visar på en lågpunkt intill Norra Eriksbergsrondellen vilken avrinner i sydvästlig riktning mot befintligt handelsområde, se Figur 2. Lågpunkten har inkluderats i modellområdet men inte dess avrinningsväg genom handelsområdet mot Göta älv. Förenklingen anses vara rimlig med hänsyn till syftet med skyfallskarteringen och beskrivs mer detaljerat i kapitel 2.2.

Vidare innefattar modellområdet en kortare sträcka längst med Göta älv för att inkludera älvens påverkan på markavvattningsföretaget och omkringliggande område. Inkluderad sträcka längst med Göta älv har valts baserat på begränsande avrinningsområde i söder, se grön markering i Figur 2. Modellområdets storlek har beräknats till ca 1,6 km^2.



Figur 2. Planområde, modellområde, avrinningsområde och begränsande avrinningsområde för sträcka längst Göta älv.

2.2 Randvillkor

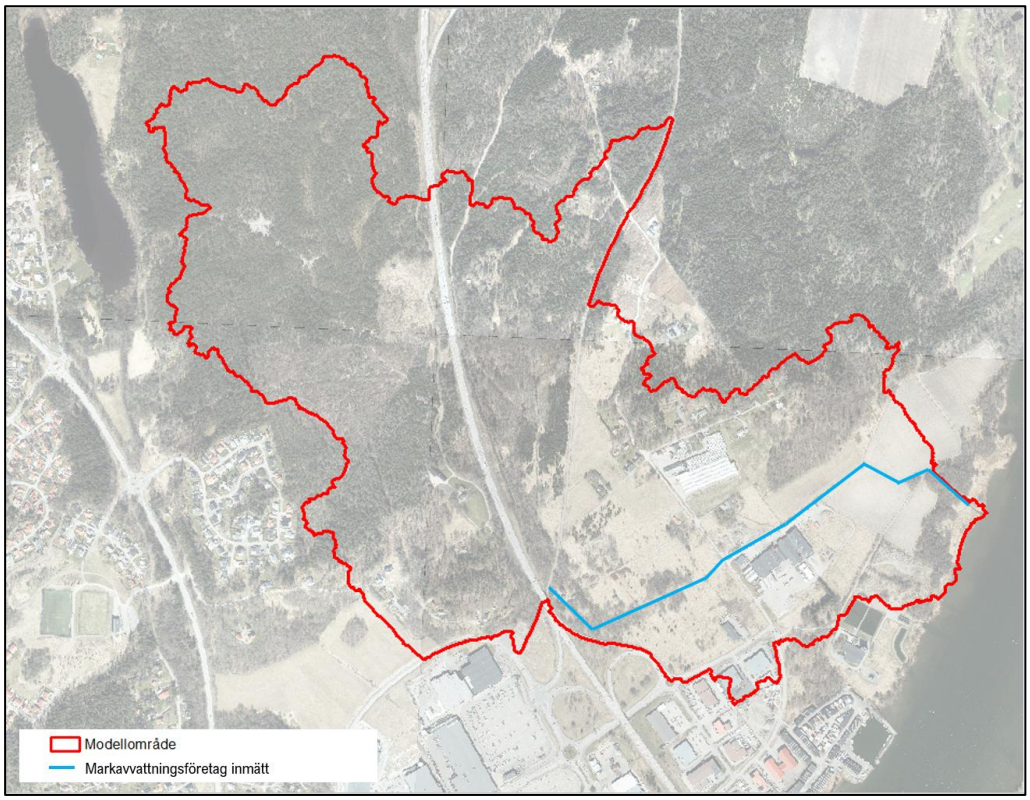
Vid modellområdets gränser definieras randvillkor som kan vara öppna eller stängda. Randvillkoren styr om och hur vatten kan transporteras över modellområdets gränser. Längst Göta älv har ett randvillkor motsvarande en vattennivå på +40,0 m ansatts i samråd med Trollhättan energi. Nivån +40,0 ligger mellan nivån för dagens medelvattenflöde (+39,87) och nivån för dagens högsta flöde (+40,11). De vattennivåer som uppkommer vid dagens medelvattenflöde och högsta flöde är baserat på simulerade nivåer av PEAB (2021).

Modellområdets övriga gränser har definierats som stängda, det vill säga att vatten varken kan rinna ut eller in i modellen vid dessa gränser. Gränserna har definierats som stängda då modellområdet till stor del har baserat på avrinningsområde och den naturliga ytavrinningen till största del sker inom modellområdets gränser. Detta med undantag för området vid Norra Eriksbergsrondellen, norr om befintligt handelsområde. Som beskrivet ovan (se kapitel 2.1) visar analys i programvaran Scalgo Live på att vatten rinner ut från modellområdet öster om rondellen när lågpunkten intill rondellen fylls. Att beskriva modellgränsen vid rondellen som stängd är en förenkling men med tanke på syftet med skyfallskarteringen och att de vattenvolymer som ansamlas vid Norra Eriksbergsrondellen lätt blir jämförbara om modellgränsen beskrivs som stängd har denna förenkling gjorts.

2.3 Topografi

För att beskriva topografin har Lantmäteriets höjddata med en upplösning på 1x1 m använts. Befintliga byggnader har erhållits från Trollhättans Stad och har i höjddatan höjts upp med ett schablonvärde om 5 meter. Detta för att förhindra att vatten rinner rakt igenom byggnader.

I samband med framtagande av aktuell skyfallsmodell har inmätning av befintligt markavvattningsföretag utförts av Trollhättans Stad. Inmätt dikessträcka framgår av blå markering i Figur 3. Topografin längst denna sträcka har justerats med hänsyn till utförd inmätning. Mellan inmätningspunkter har triangulering skett vilken har justerats efter antagandet om att markavvattningsföretagets bottenbredd är 1 m. Dikessträckan närmst havet har ej blivit inmätt. Bottennivån för denna sträcka har antagits vara samma (+38,6 m) som den sydligaste inmätningspunkten uppströms i samma dike. Vidare har släntlutningen för denna sträcka antagits vara 1:2.



Figur 3. Sträcka av markavvattningsföretag som har justerats efter inmätning.

Skyfallskarteringen har utförts i ett skede då framtida markhöjder ej har satts. Därav har modellerade scenarier för framtida situation baserats på befintliga markhöjder med undantag för planerade ytliga fördröjningsanläggningar såsom dagvattenstråk och efterföljande dagvattendammar (se huvuddokument). Befintliga lågpunkter har i höjdfilen för framtida situation fyllts upp då dessa antas byggas bort.

2.4 Infiltration

I skyfallskarteringen har en infiltrationsmodul använts för att beskriva infiltrationen i det översta jordlagret. I modulen beskrivs markens infiltrationskapacitet, porositet, mäktighet, perkolation samt en initial vattenhalt. Som underlag för att beskriva dessa parametrar används SGU:s Jordartskarta tillsammans med information om hårdgjorda ytor. Samtliga vägar och byggnader har i modellen beskrivits som hårdgjorda ytor. De värden som ansatts i infiltrationsmodulen presenteras i Tabell 1. Viss generalisering av de jordarter som ingår i Jordartskartan har gjorts, exempelvis har kärrtorv och mosstorv antagits ha samma värden och klassas i Tabell 1 som *Torv*.

Tabell 1. Infiltrationsparametrar som har använts i modellen. Information om jordarter har hämtats från SGU:s jordartskarta.

Kategori	Infiltrationshastighet (mm/h)	Läckagehastighet (mm/h)	Initial volym (%)	Mäktighet (m)	Porositet (-)
Berg	36	0,04	20	0,1	0,4
Lera	4	0,4	45	0,3	0,4
Sand	180	180	10	0,3	0,4
Torv	18	2	40	0,3	0,4
Morän, fyllning och sediment	36	3,6	30	0,3	0,4
Vatten	0	0	0	0,1	0,05
Hårdgjorda ytor	0	0	0	0,1	0,05

2.5 Mannings tal

När vatten rinner över en yta uppstår energiförluster till följd av friktion mellan vattnet och ytan. Hur stor energiförlusten blir beror till stor del på hur skrovlig, eller rå, ytan är och påverkar vattnets utbredning, djup och hastighet. Råheten beskrivs av Mannings tal (M) och varierar för olika ytor. Ett högt värde på Mannings tal beskriver ett litet motstånd för vatten medan ett lågt värde beskriver ett stort motstånd.

Värden för Mannings tal har ansatts baserat på erhållet underlag över vägar och byggnader samt baserat på ortofoto. För framtida situation har Mannings tal även ansats med hänsyn till bebyggelseförslag. Ansatta värden redovisas i Tabell 2 nedan. Värden för asfalt och grus har ansatts baserat på angivelser av Vägverket (2008) och värden för öppen mark, vattenyta och skog har baserats rekommendationer av Chow (1959). Mannings tal för byggnader har uppskattats av Norconsult.

Tabell 2. Värden på Mannings tal som använts i modellen.

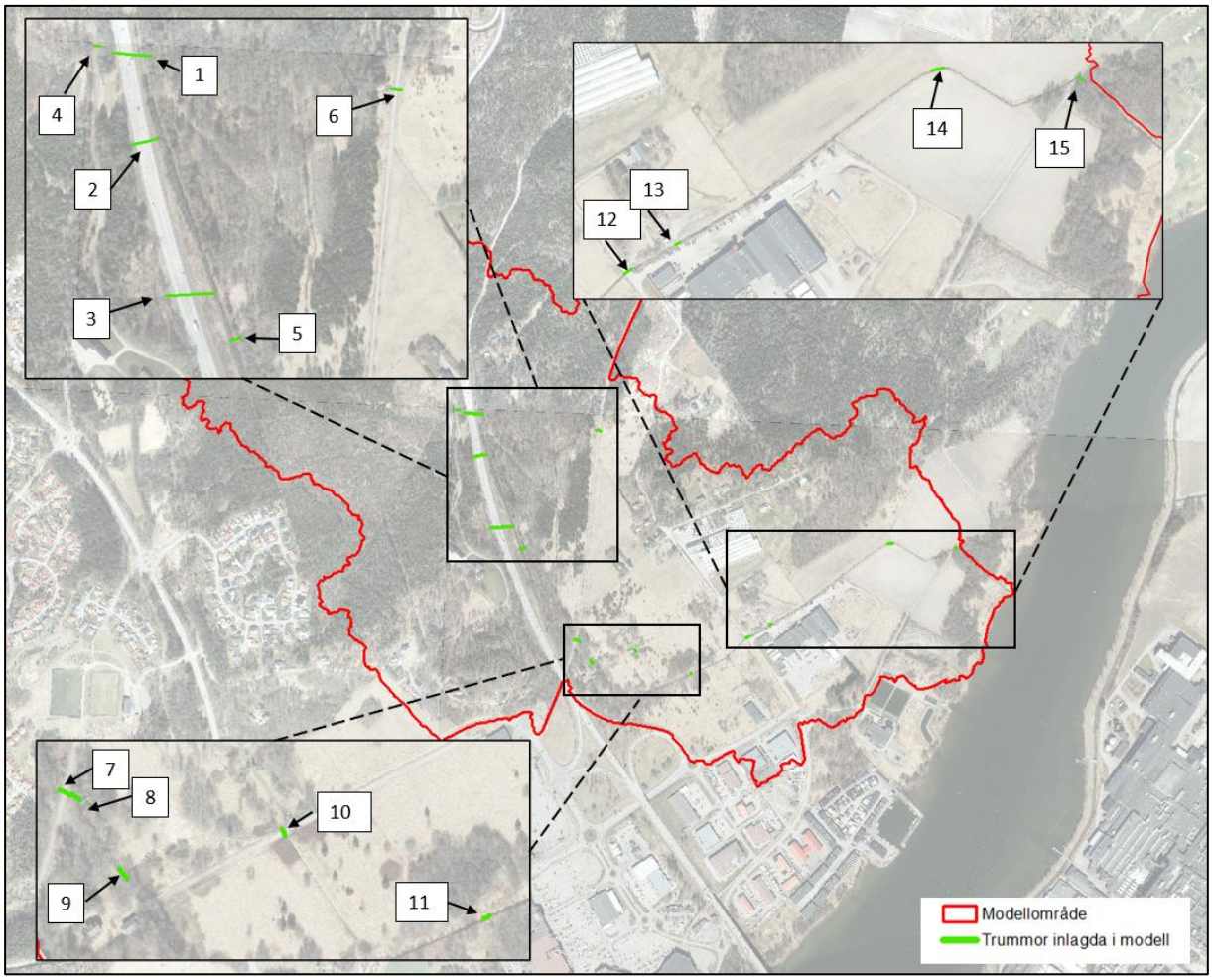
Marktyp	**Mannings tal, M, ($m^{1/3}/s$)**
Asfalt	75
Öppen mark	25
Byggnader	50
Vattenyta	20
Skog	10
Grus	45

3 Modelluppbyggnad ledningsnätsmodell

I detta kapitel beskrivs uppbyggnad av ledningsnätsmodellen.

3.1 Trummor befintlig situation

Befintliga trummor som har inkluderats i skyfallsmodellen redovisas i Figur 4.



Figur 4. Trummor som har inkluderats i skyfallsmodellen.

I Tabell 3 redovisas trummornas dimension, vattengång för inlopp och utlopp samt om nivåer är inmätta eller antagna. Inmätning av trummor har utförts av Trollhättan Stad. I de fall som vattengångsnivåer har antagits har detta gjorts med hänsyn till höjddata i den cell som inlopp/utlopp är beläget.

Tabell 3. Dimension *och vattengångsnivåer för de trummor som har tagits med i skyfallsmodellen.*

Trumma	Material och dimension	VG inlopp	VG utlopp	Placering	Kommentar
1	BTG 500	Inmätt: 60,47	Antaget: 59,47	Delvis inmätt	Under E45
2	BTG 500	Antaget: 60,01	Inmätt: 58,09	Delvis inmätt	Under E45
3	BTG 500	Inmätt: 55,07	Antaget:52,03	Delvis inmätt	Under E45
4	BTG 400	Antaget: 60,92	Antaget: 60,80	Ungefärlig (ej inmätt)	
5	BTG 500	Inmätt: 49,94	Inmätt: 49,82	Inmätt	
6	Sten:0,67x0,35*	Antaget:50,89	Antaget: 50,65	Ungefärlig (ej inmätt)	Rektangulär
7	Sten: 1,0x0,49**	Inmätt: 46,46	Inmätt: 46,32	Inmätt	Rektangulär
8	BTG 500	Inmätt: 46,1	Inmätt: 45,91	Inmätt	
9	BTG 600	Inmätt: 44,29	Inmätt: 44,11	Inmätt	
10	Plast 250	Inmätt: 43,01	Inmätt: 42,89	Inmätt	
11	BTG 600	Inmätt: 40,97	Inmätt: 41,02	Inmätt	
12	BTG 600	Inmätt: 40,76	Inmätt: 40,63	Inmätt	
13	Plåt 1200	Inmätt: 40,13	Inmätt: 40,10	Inmätt	
14	Plast 600	Inmätt: 39,70	Inmätt: 39,63	Inmätt	
15	BTG 1000	Inmätt: 39,34	Inmätt: 39,13	Inmätt	

**Dimension av Trollhättan Energi uppskattad till 1,15x0,60. Trumman (stenvalvet) är enligt uppgift av Trollhättan Energi mycket igenvuxen, därav har dimensionerna justerats så att trumman är inlagd med en tredjedel av uppskattad tvärsnittsarean.*
***Angivna dimensioner är ungefärliga då trumman enligt Trollhättan Stad var svår att komma åt och mäta.*

3.2 Trummor och ledningar framtida situation

För simulering av framtida scenarier har samtliga trummor angivna i Tabell 3 inkluderats med undantag för trumma A vilken har antagits utgå och ersättas av föreslaget dagvattensystem

Föreslagen dagvattenhantering inom modellområdet består av ett dagvattenstråk med två efterföljande, seriekopplade, dagvattendammar. Dagvattenstråket passerar två gator under vilka trummor planeras, placering av dessa framgår av ritning R-51-1-201 och R-51-1-202 och har inkluderats i simulering av framtida scenarier. Vidare har inlopp och utlopp för båda dammarna inkluderats i simulering av framtida scenarier. Båda dagvattendammarna föreslås ha strypt utlopp för att säkerhetsställa god rening och fördröjning. Dagvattendammarnas utlopp har i modellen reglerats i två nivåer. Från lågvattenytan har utloppet begränsats till 314 l/s. När vattennivån i dammarna når högvattenytan tillåts ytterligare 143 l/s att avtappas från dammarna. Flödesregleringarna har i modellen applicerats genom att ett maximalt inflöde till både noder och kopplingar har ansatts för aktuella ledningar.

En mer detaljerad beskrivning av föreslaget dagvattensystem framgår av huvuddokumentet *VA-, dagvatten- och skyfallsutredning till Hults höjd, detaljplaneskede.* Placering av trummor och ledningar längs dagvattenstråket samt utformning av dammar och dagvattenstråk framgår av ritning R-51-1-201 och R-51-1-202.

4 Modellkopplingar

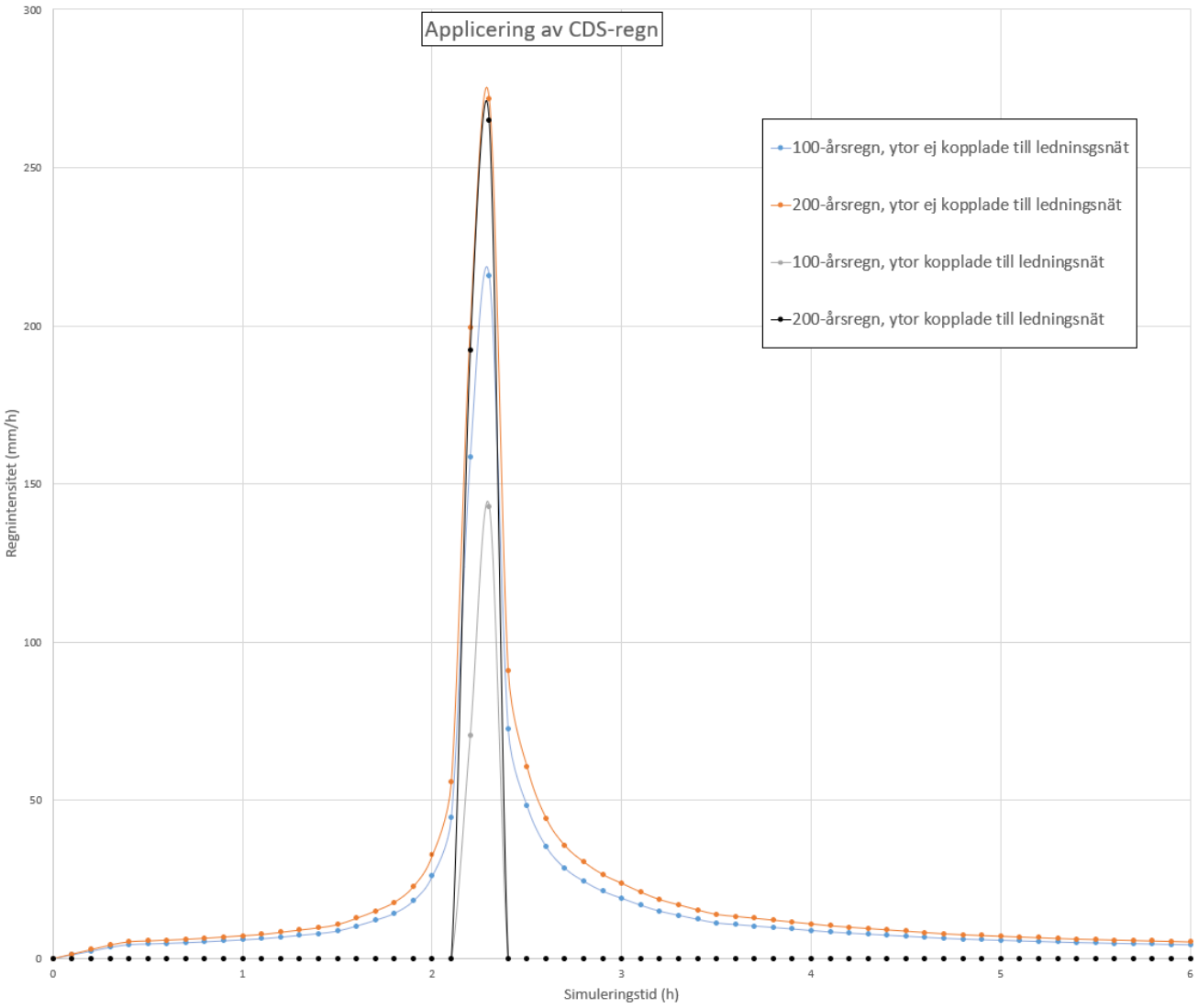
Markavvattningsmodellen och ledningsnätsmodellen är ihopkopplade i trummornas inlopp och utlopp för att möjliggöra utbyte av flöde mellan markavvattningsmodellen och ledningsnätsmodellen. Kopplingarna kopplar till den cell som inlopp/utlopp är belägna i samt omkringliggande yta inom en radie av 4 m. Detta för att garantera att ytavrinningen når inlopp/utlopp även om den inte är placerad i en lokal lågpunkt på grund av höjdmodellens upplösning.

5 Nederbördsbelastning

Vid simuleringar i modellen har ett typregn i form av CDS-regn (Chicago design storm) applicerats enligt MSBs vägledning för skyfallskartering (2017). CDS-regnen varierar med varaktighet och återkomsttid. Regn med återkomsttider om 100 och 200 år har simulerats för både befintlig och framtida situation. Regnvaraktighet för samtliga simulerade scenarier har ansatts till 6 timmar baserat på att rinntiden för modellområdet översiktligt har beräknats till drygt 4 timmar. Enligt rekommendationer från Svenskt Vatten P110 (2019) har en klimatfaktor på 1,25 applicerats för att ta hänsyn till klimatförändringar i form av ökad nederbörd. För att befintlig och framtida situation ska bli jämförbara har klimatfaktorn applicerats på samtliga scenarier.

Hårdgjorda ytor har antagits ha en direkt nederbördspåverkan på ledningsnätet till skillnad från permeabla ytor varför ett avdrag för hårdgjorda ytor har gjorts för framtida scenarier. Storleksordningen av avdraget har baserats på att ledningsnätet vid trycknivå i mark dimensioneras efter ett blockregn med 20-års återkomsttid (se huvuddokument), 10 minuters varaktighet och en klimatfaktor på 1,25 vilket motsvarar en regnintensitet om 129 mm/h. Motsvarande intensitet för respektive tidssteg som har dragits av från hårdgjorda ytor har ansatts som inflödespunkter i föreslaget dagvattenstråk. Avdraget medför således endast en omfördelning av vattenvolymer från hårdgjorda ytor till det öppna dagvattensystemet, det vill säga att inget vatten försvinner från modellen. Omfördelningen säkerställer att det vatten som planeras att omhändertas i ledningsnät och därefter mynna ut i dagvattenstråket når dagvattenstråket även i modellen. Inflödespunkter i dagvattenstråket har ansatts efter förprojekterade dagvattenutlopp längst med diket, se R-51-1-201 och R-51-1-202. Fördelningen mellan inflödespunkterna (4 st) har baserats på översiktliga beräkningar av hur stor andel av det totala flödet i ledningsnätet som når respektive utlopp.

Intensitetskurvor av de regn som har applicerats i modellen framgår av Figur 5.



Figur 5. Grafen visar intensitetskurvor av applicerade CDS-regn.

6 Osäkerheter

Modellering av skyfall är förknippat med flera antaganden och osäkerheter. Här beskrivs relevanta osäkerheter som behöver beaktas vid användande av resultaten.

Markens råhet, som beskrivs av Mannings tal, är en faktor som bidrar med osäkerhet. Markanvändningskategorier varierar mellan olika skyfallssimuleringar och flera värden förekommer i litteraturen. Osäkerheten från valet av markråhet är svår att kvantifiera, men kan tänkas öka om väldigt generella kategorier används i ett område där markanvändningen varierar stort.

Modellens upplösning bidrar också med osäkerhet i skyfallskarteringar. Det kan exempelvis göra att det fastnar regn vid en byggnad fast det i verkligheten borde avrinna bort från byggnaden. Detta blir tydligast vid flacka områden där marken inte har en betydande lutning. För detaljerad åtgärdsplanering rekommenderar MSB (2017) att upplösningen inte är större än 2x2 m. I detta fall är upplösningen 1x1 m och uppfyller därmed rekommendationen. Viktigt att beakta är att det finns faktorer som bidrar med större osäkerhet än modellens upplösning, exempelvis ledningsnätets kapacitet och markens infiltrationskapacitet (MSB, 2017).

Infiltrationskapaciteten kan uppskattas utifrån SGU:s jordartskartor. Värden från SGU:s kartor är generella och fångar typiskt inte upp den stora variation som kan förekomma i marken. Detta gäller särskilt i städer där marken kan vara uppluckrad och olika former av fyllnadsmassor kan förekomma. Det finns inte heller några referensvärden för olika jordarters infiltrationsförmåga i de vägledningar som finns framtagna för skyfallskarteringar. Det finns därför flera osäkerheter kopplat till infiltrationskapaciteten.

Referenser

Blomqvist, D., Hammarlund, H., Härle, p., & Karlsson, S. (2016). *Riktlinjer för modellering av spillvattenförande system och dagvattensystem.* Bromma: Svenskt Vatten Utveckling.

Boverket. (2022). *PBL Kunskapsbanken*. Hämtat från Utgångspunkter för bedömning av översvämningsrisk: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvamning/stod-till-lansstyrelsen-vid-riskbedomning/utgangspunkter/ den 30 Mars 2023

Chow, V. (1959). Open-Channel Hydraulics. *MCGraw-Hill*. Hämtat från https://www.fsl.orst.edu/geowater/FX3/help/8_Hydraulic_Reference/Mannings_n_Tables.htm

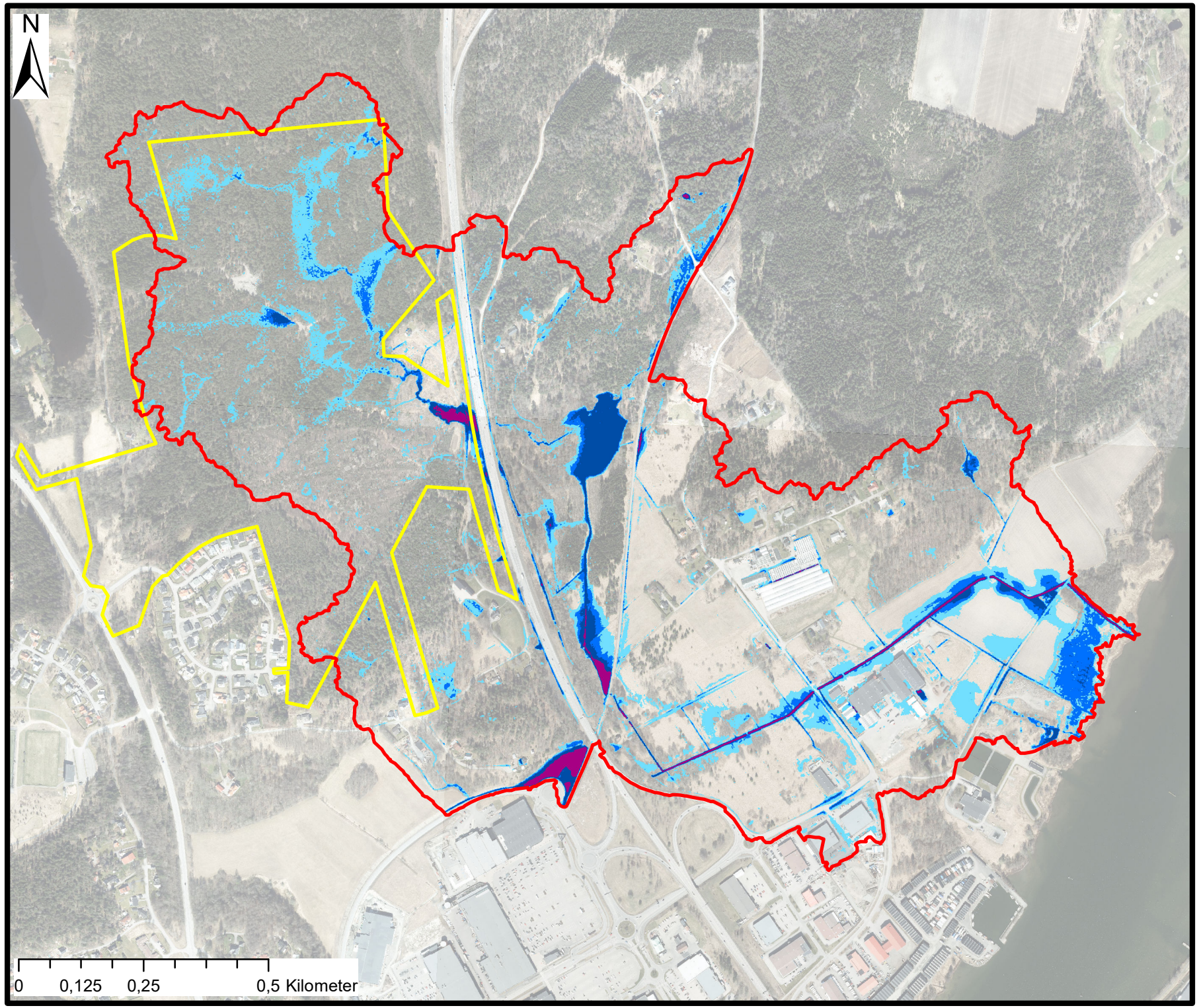
MSB. (2017). *Vägledning för skyfallskartering - Tips för genomförande och exempel på användning.*

PEAB. (2021). *PM Hydrogeologi, vattenreningsverk Trollhättan.* Rev C: 2021-11-05.

Svenskt Vatten. (2016). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten.* Stockholm: Svenskt Vatten.

Svenskt Vatten. (2019). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten P110.* Svenskt Vatten.

Vägverket. (2008). *VVMB 310 Hydraulisk dimensionering.* Vägverket.



Teckenförklaring

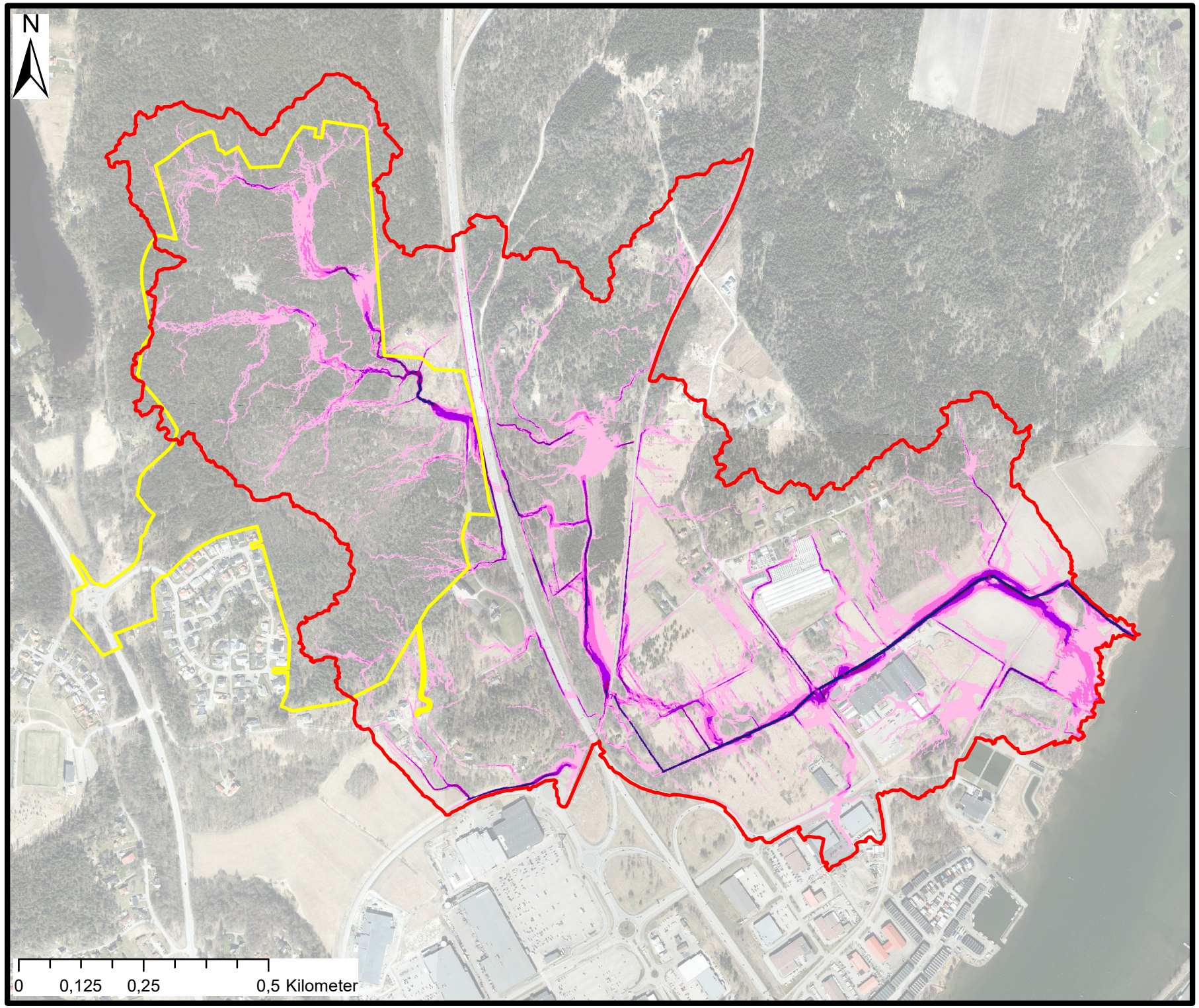
Modellområde

Planområdesgräns

Maximalt vattendjup (m)

- <0,1
- 0,1-0,3
- 0,3 - 0,5
- 0,5 - 1
- >1

SKEDE VERSION 2		
Norconsult Theres Svenssons gata 11 417 55 Göteborg Tfn: +46 10 141 80 00 www.norconsult.se		
UPPDRAG NR 1085466	RITAD/KONSTRUERAD AV JP	HANDLÄGGARE JP
DATUM 2025-04-09	Ansvarig AV	
BILAGA 2A BEFINTLIGA FÖHÅLLANDEN 100-ÅRSREGN MAXIMALT VATTENDJUP		
SKALA 1:10 000	NUMMER BILAGA 2A	BET



Teckenförklaring

Modellområde

Planområdesgräns

Maximalt flöde (l/s/m)

- <10
- 10-50
- 50-100
- 100-200
- 200-300
- >300

SKEDE
VERSION 2

Norconsult

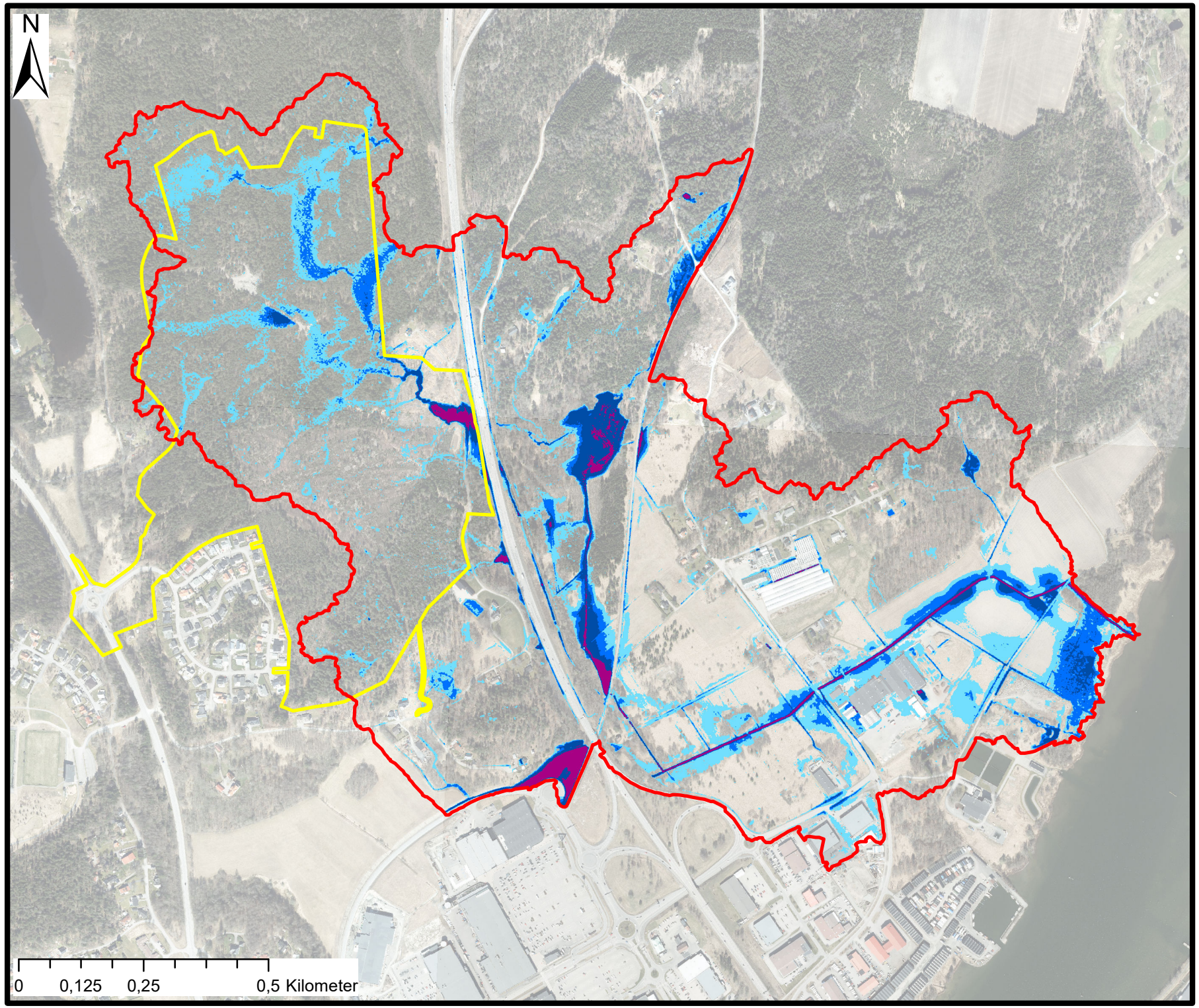
Theres Svenssons gata 11
417 55 Göteborg

Tfn: +46 10 141 80 00
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
1085466	JP	JP
DATUM 2025-04-09	Ansvarig AV	

BILAGA 2B
BEFINTLIGA FÖHÅLLANDEN
100-ÅRSREGN MAXIMALT FLÖDE

SKALA	NUMMER	BET
1:10 000	BILAGA 2B	



Teckenförklaring

Modellområde

Planområdesgräns

Maximalt vattendjup (m)

- <0,1
- 0,1-0,3
- 0,3 - 0,5
- 0,5 - 1
- >1

SKEDE
VERSION 2

Norconsult

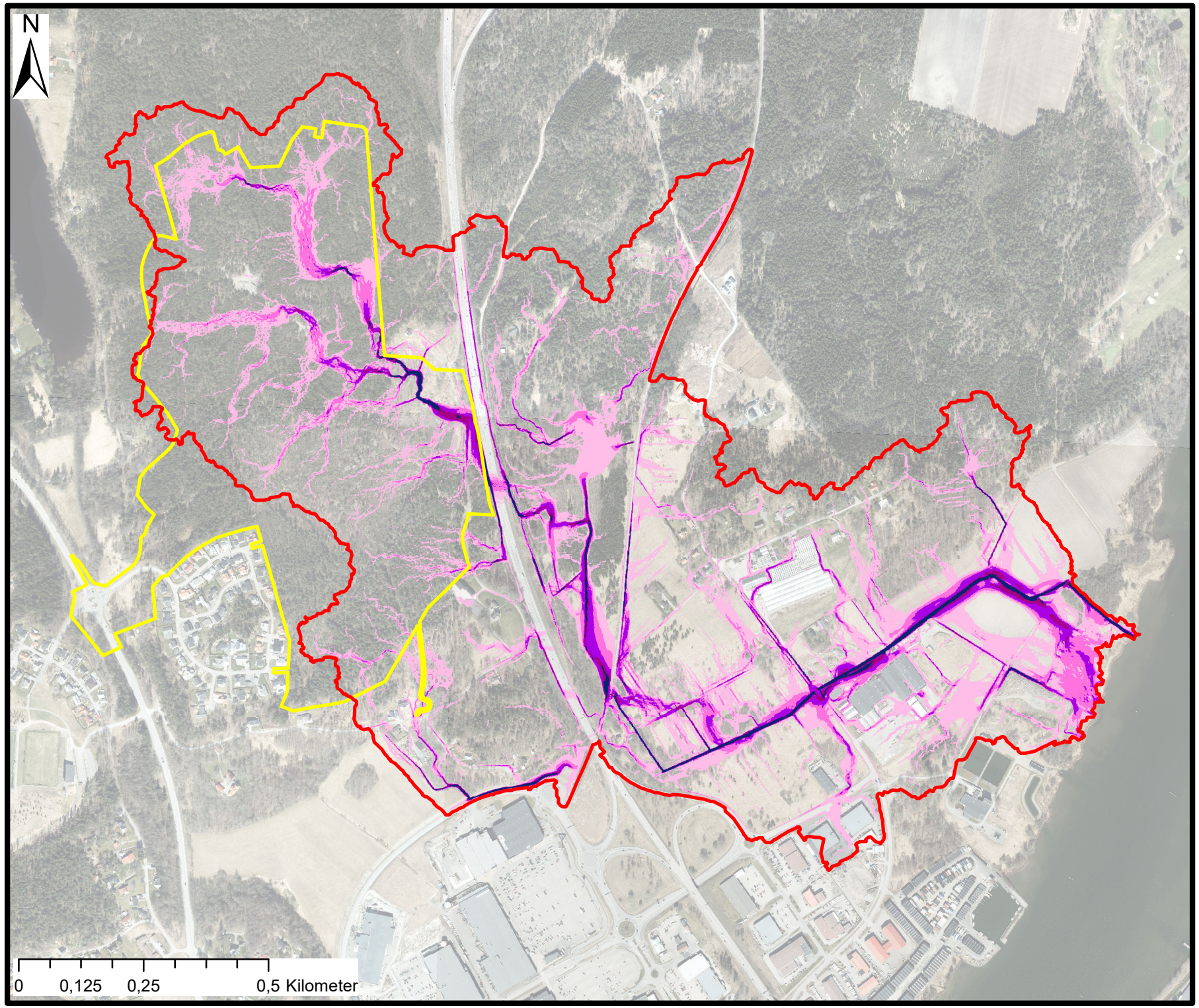
Theres Svenssons gata 11
417 55 Göteborg

Tfn: +46 10 141 80 00
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
1085466	JP	JP
DATUM 2025-04-09	Ansvarig AV	

BILAGA 3A
BEFINTLIGA FÖHÅLLANDEN
200-ÅRSREGN MAXIMALT VATTENDJUP

SKALA	NUMMER	BET
1:10 000	BILAGA 3A	



Teckenförklaring

Modellområde

Planområdesgräns

Maximalt flöde (l/s/m)

- <10
- 10-50
- 50-100
- 100-200
- 200-300
- >300

SKEDE
VERSION 2

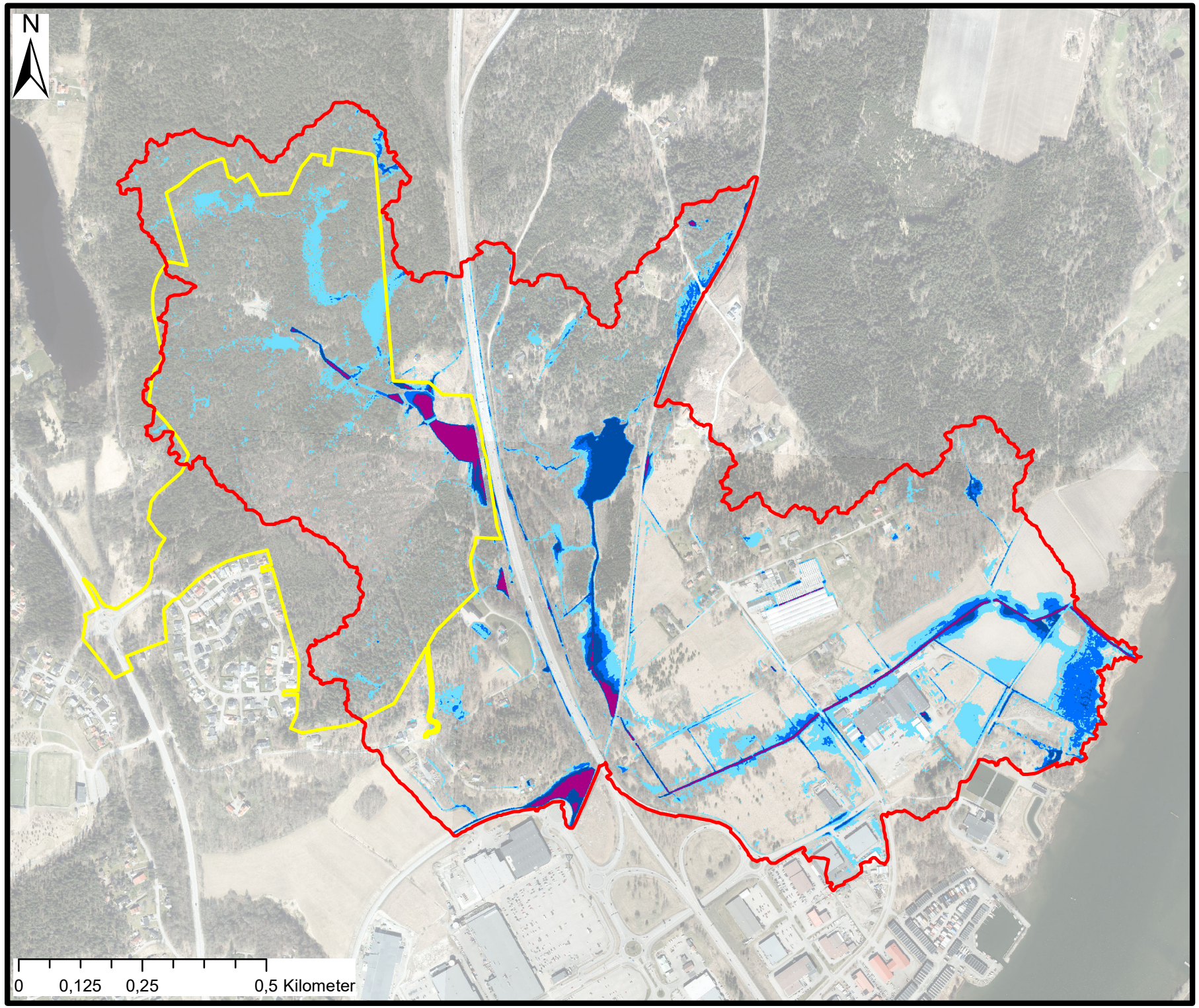
Norconsult

Theres Svenssons gata 11
417 55 Göteborg
Tfn: +46 10 141 80 00
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
1085466	JP	JP
DATUM 2025-04-09	Ansvarig AV	

BILAGA 3B
BEFINTLIGA FÖHÅLLANDEN
200-ÅRSREGN MAXIMALT FLÖDE

SKALA	NUMMER	BET
1:10 000	BILAGA 3B	



Teckenförklaring

Modellområde

Planområdesgräns

Maximalt vattendjup (m)

- <0,1
- 0,1-0,3
- 0,3 - 0,5
- 0,5 - 1
- >1

SKEDE
VERSION 2

Norconsult

Theres Svenssons gata 11
417 55 Göteborg

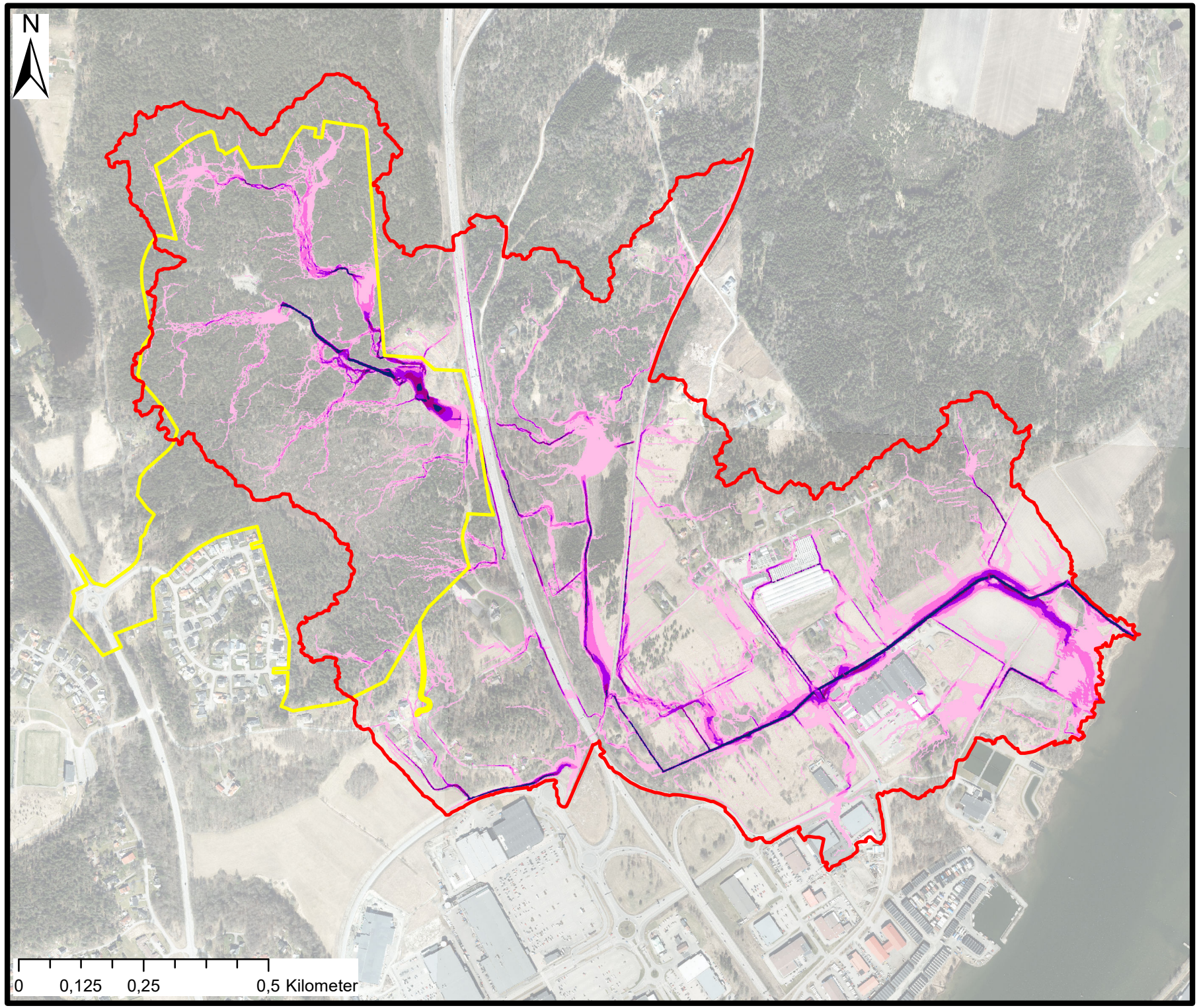
Tfn: +46 10 141 80 00
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
1085466	JP	JP

DATUM	Ansvarig
2025-04-09	AV

BILAGA 4A
FRAMTIDA FÖHÅLLANDEN
100-ÅRSREGN MAXIMALT VATTENDJUP

SKALA	NUMMER	BET
1:10 095	BILAGA 4A	



Teckenförklaring

Modellområde

Planområdesgräns

Maximalt flöde (l/s/m)

- <10
- 10-50
- 50-100
- 100-200
- 200-300
- >300

SKEDE
VERSION 2

Norconsult

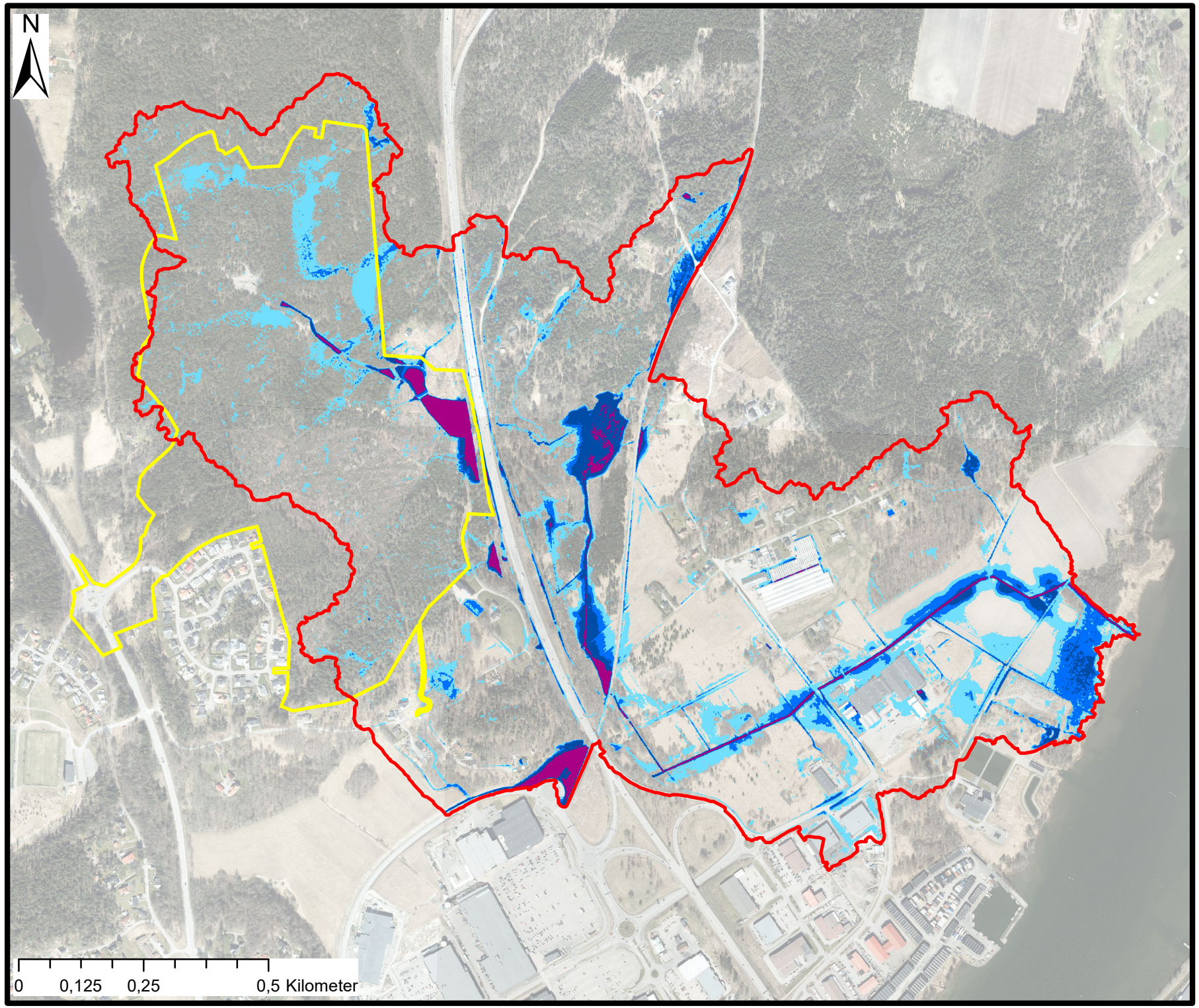
Theres Svenssons gata 11
417 55 Göteborg
Tfn: +46 10 141 80 00
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
1085466	JP	JP

DATUM	Ansvarig
2025-04-09	AV

BILAGA 4B
FRAMTIDA FÖHÅLLANDEN
100-ÅRSREGN MAXIMALT FLÖDE

SKALA	NUMMER	BET
1:10 000	BILAGA 4B	



Teckenförklaring

Modellområde

Planområdesgräns

Maximalt vattendjup (m)

- <0,1
- 0,1-0,3
- 0,3 - 0,5
- 0,5 - 1
- >1

SKEDE
VERSION 2

Norconsult

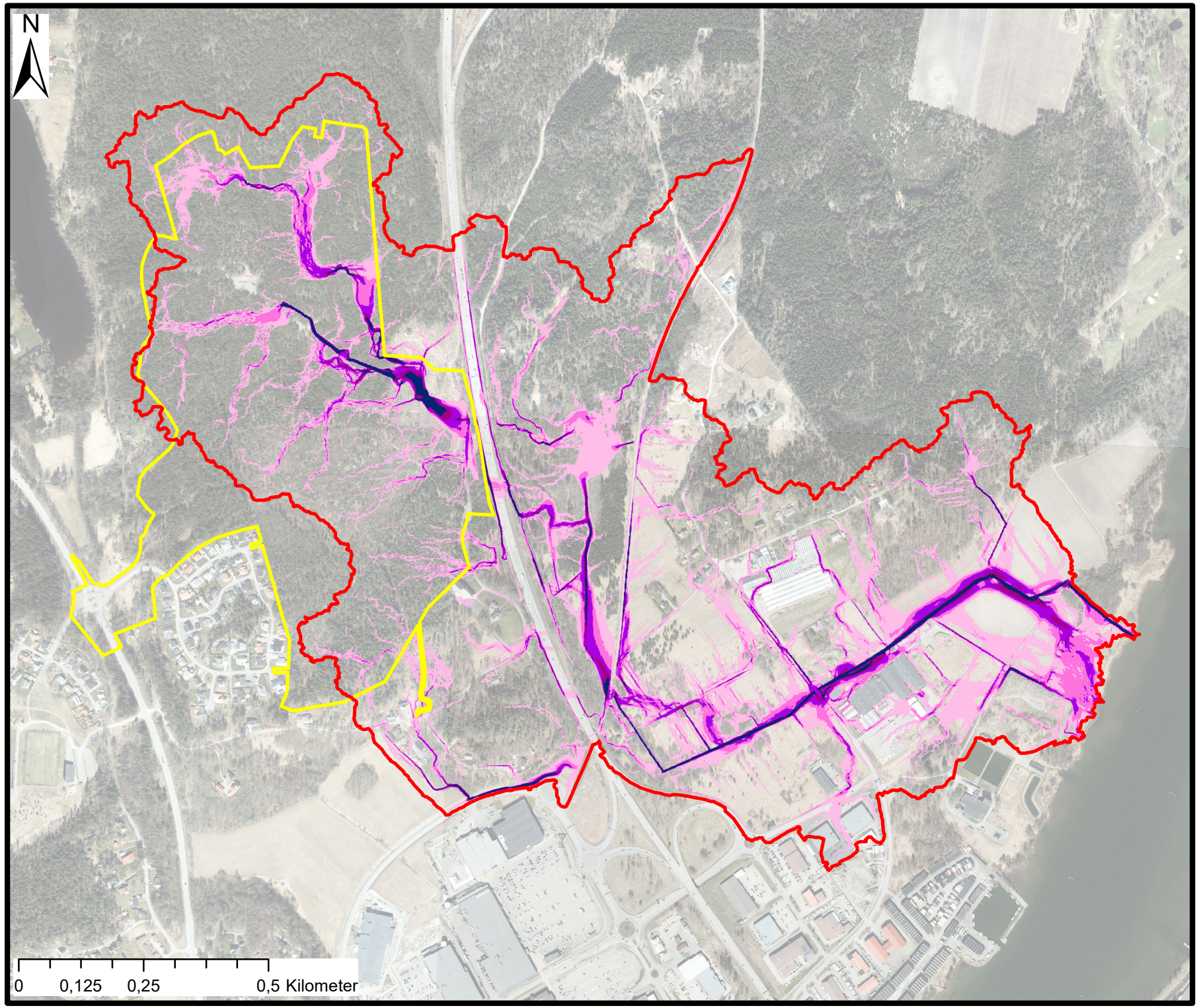
Theres Svenssons gata 11
417 55 Göteborg
Tfn: +46 10 141 80 00
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
1085466	JP	JP

DATUM	Ansvarig
2025-04-09	Av

BILAGA 5A
FRAMTIDA FÖHÅLLANDEN
200-ÅRSREGN MAXIMALT VATTENDJUP

SKALA	NUMMER	BET
1:10 000	BILAGA 5A	



Teckenförklaring

Modellområde

Planområdesgräns

Maximalt flöde (l/s/m)

- <10
- 10-50
- 50-100
- 100-200
- 200-300
- >300

SKEDE
VERSION 2

Norconsult

Theres Svenssons gata 11
417 55 Göteborg

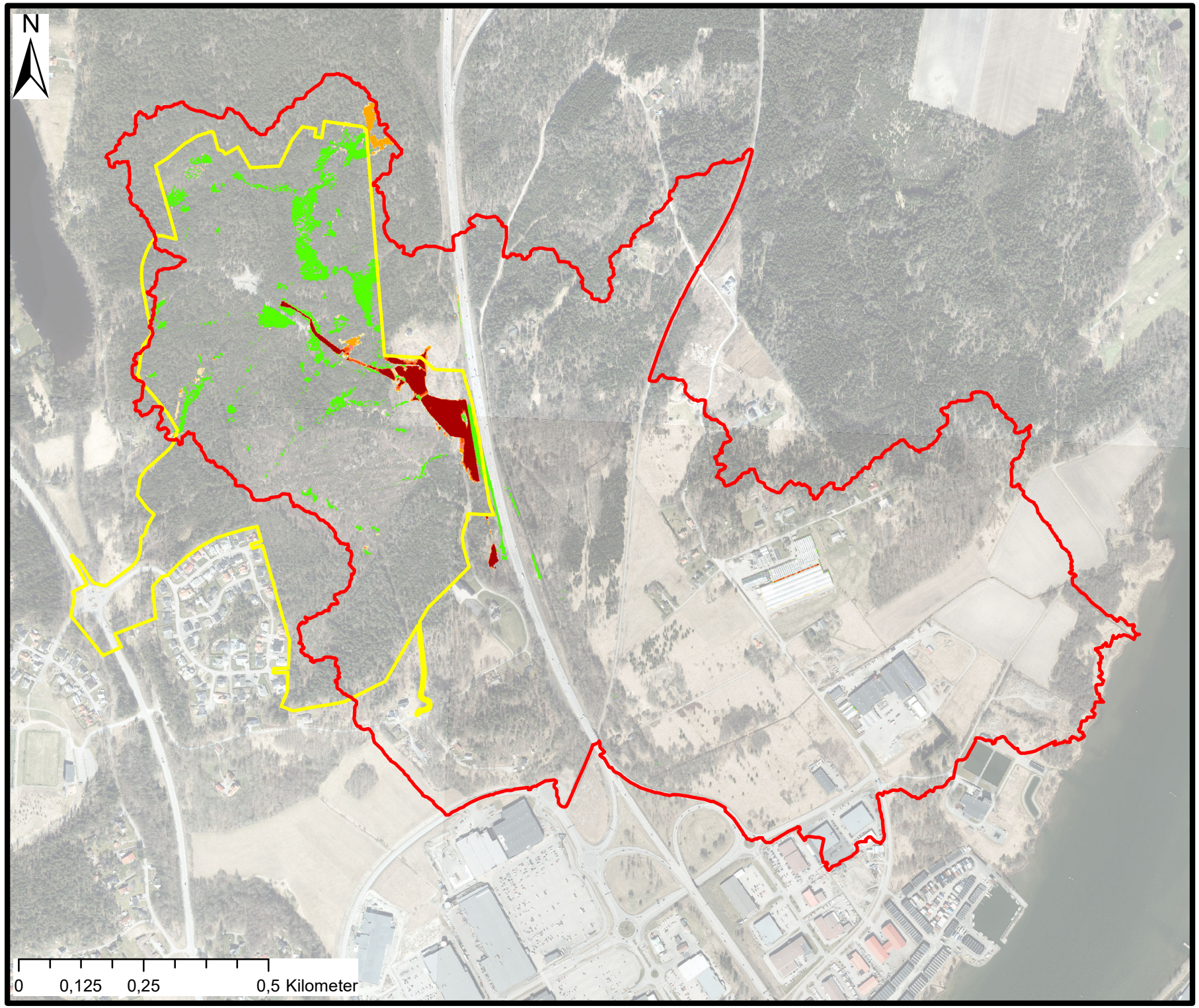
Tfn: +46 10 141 80 00
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
1085466	JP	JP

DATUM	Ansvarig
2025-04-09	AV

BILAGA 5B
FRAMTIDA FÖHÅLLANDEN
200-ÅRSREGN MAXIMALT FLÖDE

SKALA	NUMMER	BET
1:10 000	BILAGA 5B	



Teckenförklaring

Modellområde

Planområdesgräns

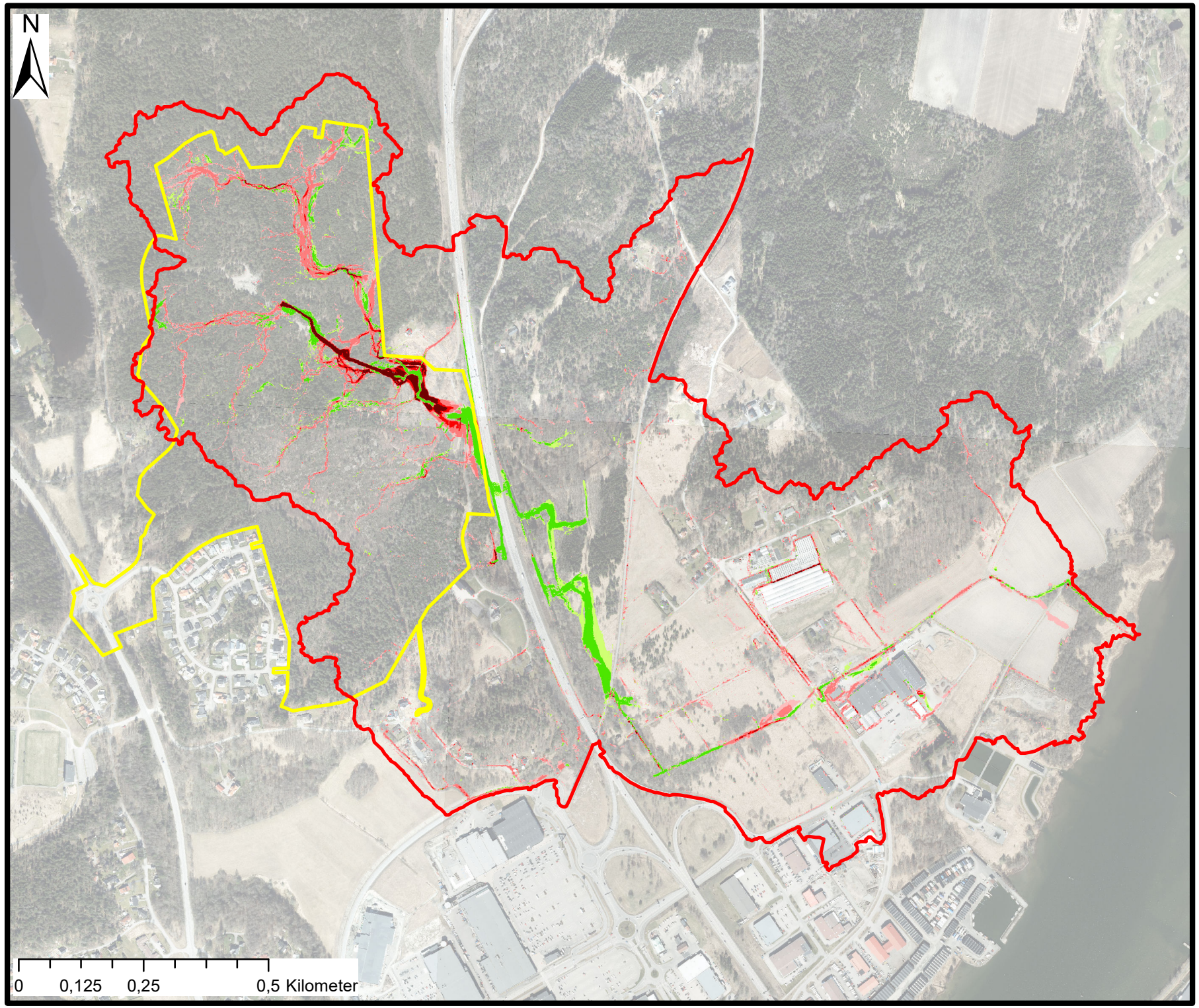
Skillnad maximalt vattendjup (m)

- <-0,05
- -0,05 - 0,05
- 0,05 - 0,10
- 0,10 - 0,15
- 0,15 - 0,20
- 0,20 - 0,30
- >0,30

POSITIVA INTERVALL REPRESENTERAR OMRÅDEN DÄR FRAMTIDA VATTENDJUP BERÄKNAS BLI HÖGRE JÄMFÖRT MOT BEFINTLIGA VATTENDJUP.

NEGATIVA INTERVALL REPRESENTERAR OMRÅDEN DÄR FRAMTIDA VATTENDJUP BERÄKNAS BLI LÄGRE JÄMFÖRT MOT BEFINTLIGA VATTENDJUP.

SKEDE VERSION 2		
Norconsult Theres Svenssons gata 11 417 55 Göteborg Tfn: +46 10 141 80 00 www.norconsult.se		
UPPDRAG NR 1085466	RITAD/KONSTRUERAD AV JP	HANDLÄGGARE JP
DATUM 2025-04-09	Ansvarig AV	
BILAGA 6A SKILLNAD MAXIMALT VATTENDJUP VID ETT 100-ÅRSREGN		
SKALA 1:10 000	NUMMER BILAGA 6A	BET



Teckenförklaring

Modellområde

Planområdesgräns

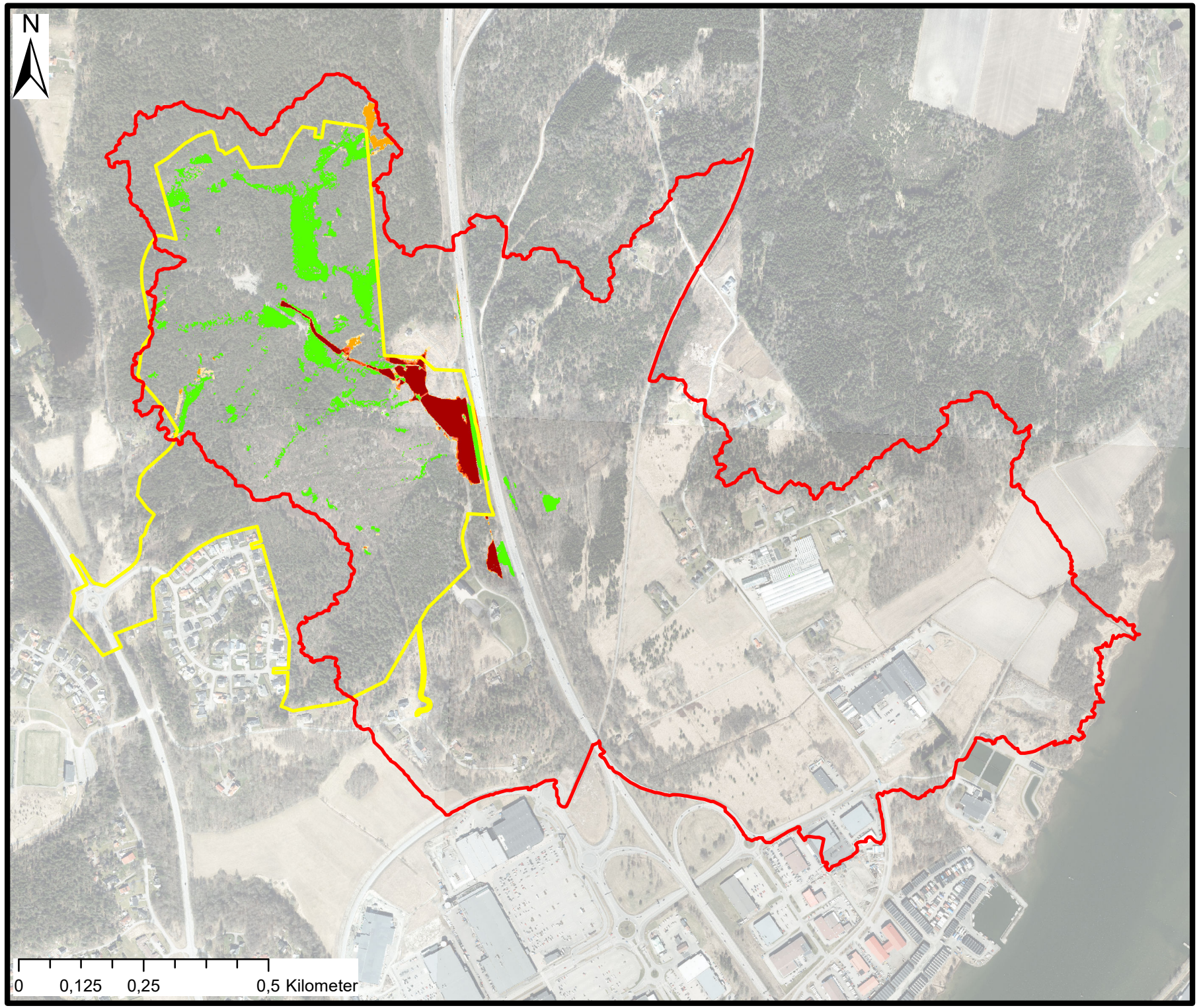
Skillnad maximalt flöde (l/s/m)

- < -10
- -5 - -10
- -5 - 5
- 5 - 10
- 10 - 50
- 50 - 100
- >100

POSITIVA INTERVALL REPRESENTERAR OMRÅDEN DÄR FRAMTIDA VATTENFLÖDE BERÄKNAS BLI HÖGRE JÄMFÖRT MOT BEFINTLIGT VATTENFLÖDE.

NEGATIVA INTERVALL REPRESENTERAR OMRÅDEN DÄR FRAMTIDA VATTENFLÖDE BERÄKNAS BLI LÄGRE JÄMFÖRT MOT BEFINTLIGT VATTENFLÖDE.

SKEDE VERSION 2		
Norconsult Theres Svenssons gata 11 417 55 Göteborg Tfn: +46 10 141 80 00 www.norconsult.se		
UPPDRAG NR 1085466	RITAD/KONSTRUERAD AV JP	HANDLÄGGARE JP
DATUM 2025-04-09	Ansvarig AV	
BILAGA 6B SKILLNAD MAXIMALT FLÖDE VID ETT 100-ÅRSREGN		
SKALA 1:10 000	NUMMER BILAGA 6B	BET



Teckenförklaring

Modellområde

Planområdesgräns

Skillnad maximalt vattendjup (m)

- <-0,05
- -0,05 - 0,05
- 0,05 - 0,10
- 0,10 - 0,15
- 0,15 - 0,20
- 0,20 - 0,30
- >0,30

POSITIVA INTERVALL REPRESENTERAR OMRÅDEN DÄR FRAMTIDA VATTENDJUP BERÄKNAS BLI HÖGRE JÄMFÖRT MOT BEFINTLIGA VATTENDJUP.

NEGATIVA INTERVALL REPRESENTERAR OMRÅDEN DÄR FRAMTIDA VATTENDJUP BERÄKNAS BLI LÄGRE JÄMFÖRT MOT BEFINTLIGA VATTENDJUP.

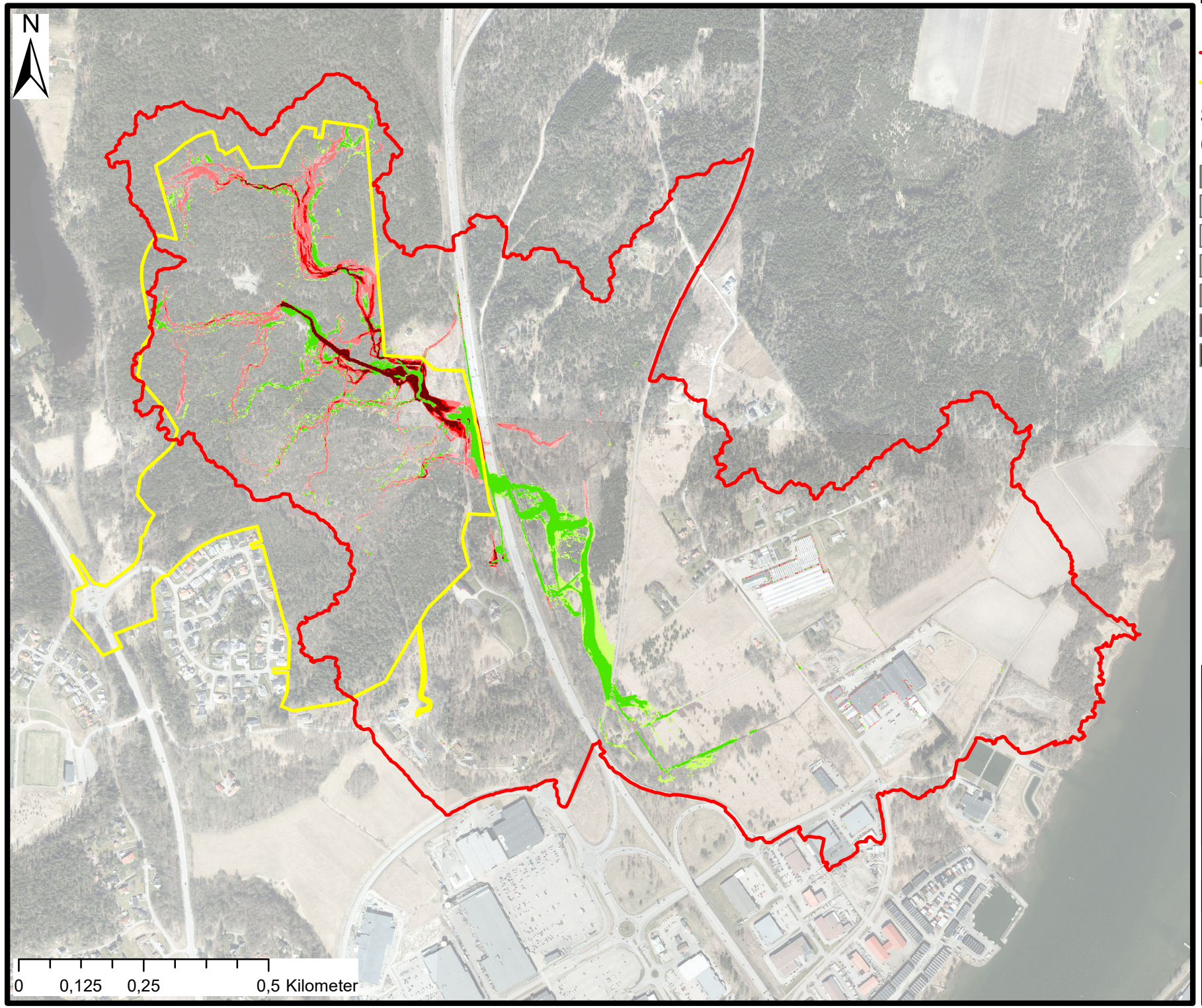
SKEDE
VERSION 2

Norconsult
Theres Svenssons gata 11
417 55 Göteborg
Tfn: +46 10 141 80 00
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
1085466	JP	JP
DATUM 2025-04-09	Ansvarig AV	

BILAGA 7A
SKILLNAD MAXIMALT VATTENDJUP
VID ETT 200-ÅRSREGN

SKALA	NUMMER	BET
1:10 000	BILAGA 7A	



Teckenförklaring

Modellområde

Planområdesgräns

Skillnad maximalt flöde (l/s/m)

- < -10
- -5 - -10
- -5 - 5
- 5 - 10
- 10 - 50
- 50 - 100
- >100

POSITIVA INTERVALL REPRESENTERAR OMRÅDEN DÄR FRAMTIDA VATTENFLÖDE BERÄKNAS BLI HÖGRE JÄMFÖRT MOT BEFINTLIGT VATTENFLÖDE.

NEGATIVA INTERVALL REPRESENTERAR OMRÅDEN DÄR FRAMTIDA VATTENFLÖDE BERÄKNAS BLI LÄGRE JÄMFÖRT MOT BEFINTLIGT VATTENFLÖDE

SKEDE VERSION 2		
Norconsult Theres Svenssons gata 11 417 55 Göteborg Tfn: +46 10 141 80 00 www.norconsult.se		
UPPDRAG NR 1085466	RITAD/KONSTRUERAD AV JP	HANDLÄGGARE JP
DATUM 2025-04-09	Ansvarig AV	
BILAGA 7B SKILLNAD MAXIMALT FLÖDE VID ETT 200-ÅRSREGN		
SKALA 1:10 000	NUMMER BILAGA 7B	BET

UPPDÄMNINGAR I ÖPPET DAGVATTENSSTRÅK KAN UTGÖRAS AV EXEMPELVIS SKIBORD, STEN ELLER MAKADAM/NATURSTEN MM. HÅL/AVTAPPNING VID DIKESBOTTEN PÅ RESPEKTIVE UPPDÄMNING.

DELAR AV ÖPPET DAGVATTENSSTRÅK MED BOTTENBREDD > CA 3 M KAN UTFORMAS MED GRUNDA VATTENSPEGLAR, ELLER ETT MINDRE DIKE SOM HAR KAPACITET FÖR LÅG VATTENFÖRING

LÄGSTA GOLVNIVÅER INTILL ÖPPET DAGVATTENSTRÅK
> 1,00 M OVANFÖR HVY FÖR ANSLUTNING AV SERVISER UTAN UPPDÄMNING
> 0,30–0,50 M OVANFÖR VÄG/GC FÖR ÖVERSVÄMNINGSRISK OCH SJÄLVFALL TILL ANSLUTNINGSPUNKTER FÖR VA

FYLLNING

ANMÄRKNINGAR ÖPPET DAGVATTENSSTRÅK

- SLÄNTER HAR SKÄRNING MED BEFINTLIG MARKNIVÅ LÄNGS MED DEN SYDVÄSTRA GRÄNSEN FÖR ÖPPET DAGVATTENSSTRÅK
- VID BOTTENBREDD > 3 M KAN VATTENSPEGLAR TILLFÖRAS DET ÖPPNA DAGVATTENSSTRÅKET
- KAN UTFORMAS FÖRDRÖJANDE I SAMBAND MED DETALJPROJEKTERING
- SAMTLIGA SLÄNTER ÄR 1:3 ELLER FLACKARE

X=6467600 Y=167120
X=6467560 Y=167120
X=6467560 Y=167160

KONNEKTION MOT R-51-1-201
KONNEKTION MOT R-51-1-202

TECKENFÖRKLARING

BEFINTLIGT

+ 00.00 BEFINTLIG NIVÅ

FÖRSLAG

DAGVATTENLEDNING
SLÄNTUTBREDNING
+ 00.00 FÖRESLAGEN NIVÅ
NEDSTIGNINGSBRUNN, TILLSYNSBRUNN
BRUNN MED KUPOLSIL, IN-/UTLOPP

ANMÄRKNINGAR

- LEDNINGSDIMENSIONER KONTROLLERAS I SAMBAND MED DETALJPROJEKTERING
- YTTERLIGARE ÖVERSVÄMNINGSVOLYM (UTÖVER ANGIVNA FÖRDRÖJNINGSVOLYMER) FINNS UPP TILL NIVÅN INNAN DET BRÄDDAR YTLIGT NEDSTRÖMS
- VÄGAVVATTNING FÖRUTSÄTTS UTFÖRAS GENOM RÄNNSTENSBRUNNAR DIREKT TILL DAGVATTENLEDNING, AVVATTNING KAN UTFÖRAS MED ALTERNATIV LÖSNING SOM GER UTJÄMNING AV DAGVATTENFLÖDEN UPPSTRÖMS REDOVISADE FÖRDRÖJNINGS-ANLÄGGNINGAR FÖR ATT MINSKA LEDNINGSDIMENSIONER
- BEBYGGELSEFÖRSLAG 2025-03-28

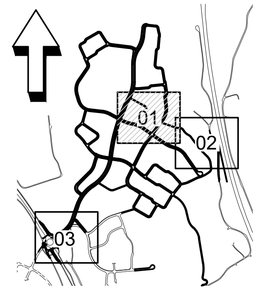
KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 12 00
HÖJD: RH2000

SKALA 1:400, METER

0 4 8 12 16 20 30

RITNINGSNYCKEL



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM

NOFAB

HULTS HÖJD

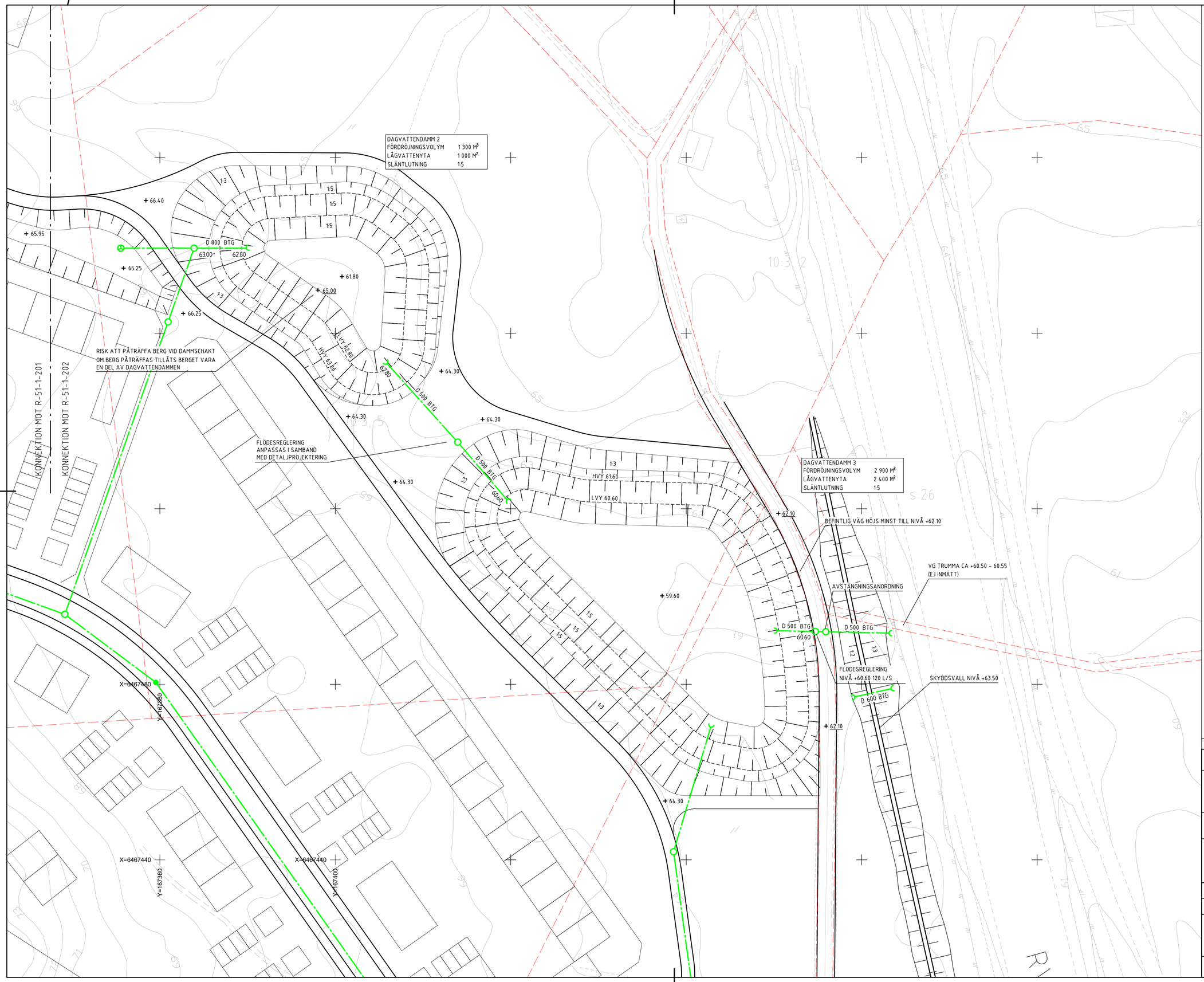
Norconsult
www.Norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD AV	HANDLÄGGARE
1085466	A. DAHLIN	A. DAHLIN, M. OLSSON
DATUM	ANSVARIG	
2025-04-09	A. VÄSTERNÄS	

VA-, DAGVATTEN OCH SKYFALLSUTREDNING
FÖRDJUPAT UTFORMNINGSFÖRSLAG
DAGVATTENSYSTEM
LEDNINGS- OCH ANLÄGGNINGSPLAN

SKALA	NUMMER	BET
A1: 1:400 A3: 1:800	R-51-1-201	

Sökväg: N:\108\SA\1085466\5 Arbetsmaterial\02 BMHP\Ritbart\R-51-1-201.dwg
Plottad 2025-04-09 07:50:28
Plottad av: Adam Dahlin



TECKENFÖRKLARING

BEFINTLIGT

+ 00.00 BEFINTLIG NIVÅ

FÖRSLAG

DAGVATTENLEDNING

SLÄNTUTBREDNING

+ 00.00 FÖRESLAGEN NIVÅ

NEDSTIGNINGSBRUNN, TILLSYNSBRUNN
BRUNN MED KUPOLSIL, IN-/UTLOPP

ANMÄRKNINGAR

- LEDNINGSDIMENSIONER KONTROLLERAS I SAMBAND MED DETALJPROJEKTERING
- YTTERLIGARE ÖVERSVÄMNINGSVOLYM (UTÖVER ANGIVNA FÖRDRÖJNINGSVOLYMER) FINNS UPP TILL NIVÅN INNAN DET BRÄDDAR YTLIGT NEDSTRÖMS
- VÄGAVVATTNING FÖRUTSÄTTS UTFÖRAS GENOM RÄNNSTENSBRUNNAR DIREKT TILL DAGVATTENLEDNING, AVVATTNING KAN UTFÖRAS MED ALTERNATIV LÖSNING SOM GER UTJÄMNING AV DAGVATTENFLÖDEN UPPSTRÖMS REDOVISADE FÖRDRÖJNINGS-ANLÄGGNINGAR FÖR ATT MINSKA LEDNINGSDIMENSIONER
- BEBYGGELSEFÖRSLAG 2025-03-28

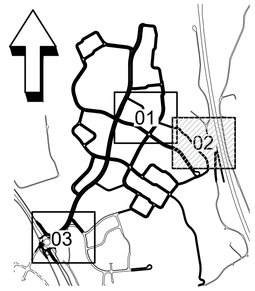
KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 12 00
HÖJD: RH2000

SKALA 1:400, METER

0 4 8 12 16 20 30

RITNINGSNYCKEL



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM

NOFAB

HULTS HÖJD

Norconsult

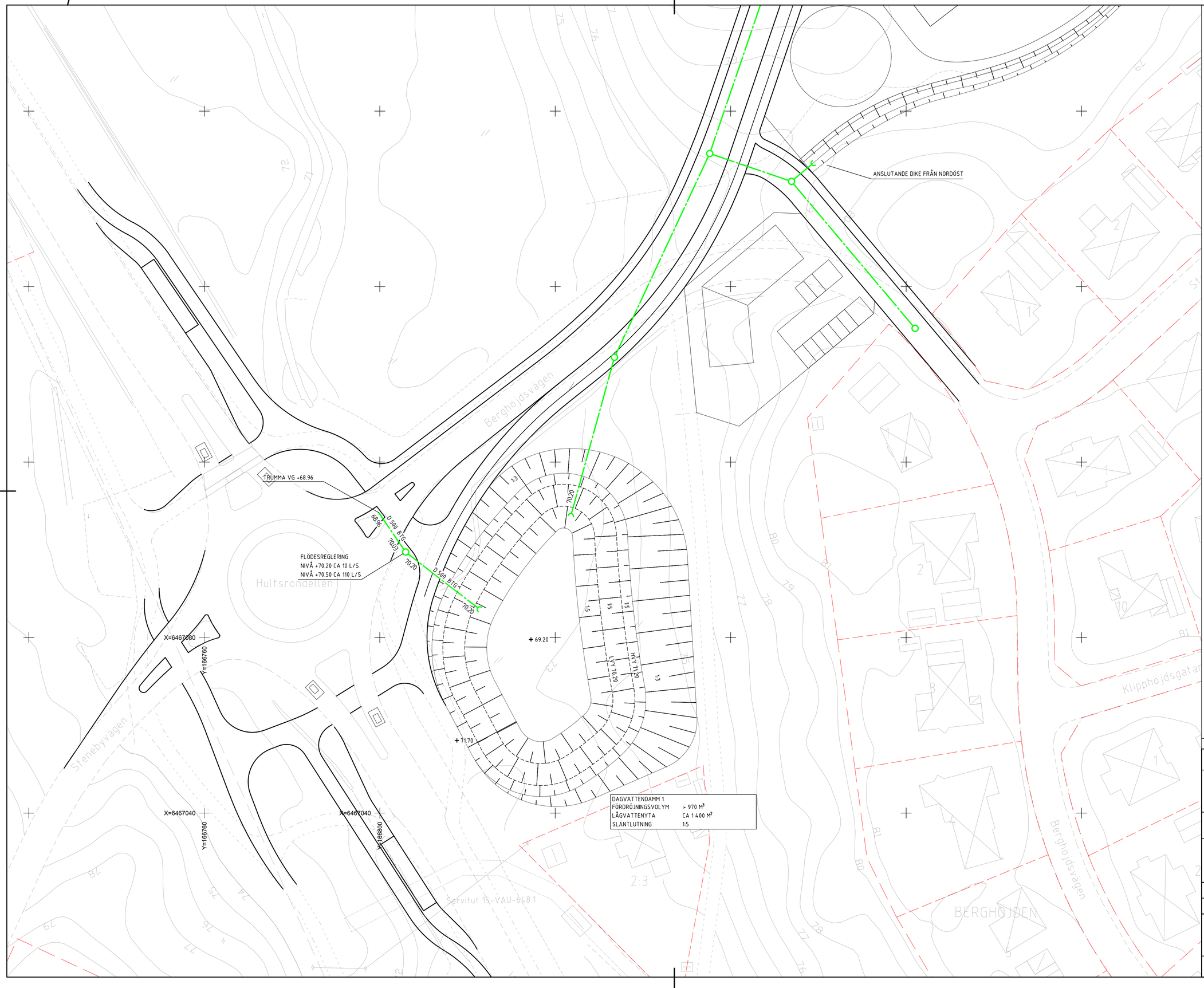
www.Norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD AV	HANDLÄGGARE
1085466	A. DAHLIN	A. DAHLIN, M. OLSSON
DATUM	ANSVARIG	
2025-04-09	A. VÄSTERNÄS	

VA-, DAGVATTEN OCH SKYFALLSUTREDNING
FÖRDJUPAT UTFORMNINGSFÖRSLAG
DAGVATTENSYSTEM
LEDNINGS- OCH ANLÄGGNINGSPLAN

SKALA	NUMMER	BET
A1: 1:400 A3: 1:800	R-51-1-202	

Sökväg:\\V:\SA\1085466\5 Arbetsmaterial\V02 BP\R\Ritningar\R-51-1-202.dwg
Plotrad: 2025-04-09 07:52:24
Plottad av: Adam Dahlin



TECKENFÖRKLARING

BEFINTLIGT

+ 00.00 BEFINTLIG NIVÅ

FÖRSLAG

DAGVATTENLEDNING

SLÄNTUTBREDNING

+ 00.00 FÖRESLAGEN NIVÅ

NEDSTIGNINGSBRUNN, TILLSYNSBRUNN
BRUNN MED KUPOLSIL, IN-/UTLOPP

ANMÄRKNINGAR

- LEDNINGSDIMENSIONER KONTROLLERAS I SAMBAND MED DETALJPROJEKTERING
- YTTERLIGARE ÖVERSVÄMNINGSVOLYM (UTÖVER ANGIVNA FÖRDRÖJNINGSVOLYMER) FINNS UPP TILL NIVÅN INNAN DET BRÄDDAR YTLIGT NEDSTRÖMS
- VÄGAVVATTNING FÖRUTSÄTTS UTFÖRAS GENOM RÄNNSTENSBRUNNAR DIREKT TILL DAGVATTENLEDNING, AVVATTNING KAN UTFÖRAS MED ALTERNATIV LÖSNING SOM GER UTJÄMNING AV DAGVATTENFLÖDEN UPPSTRÖMS REDOVISADE FÖRDRÖJNINGS-ANLÄGGNINGAR FÖR ATT MINSKA LEDNINGSDIMENSIONER
- BEBYGGELSEFÖRSLAG 2025-03-28

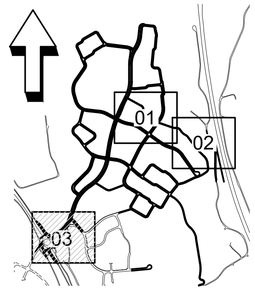
KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 12 00
HÖJD: RH2000

SKALA 1:400, METER

0 4 8 12 16 20 30

RITNINGSNYCKEL



DAGVATTENDAMM 1	
FÖRDRÖJNINGSVOLYM	≥ 970 M³
LÅGVATTENYTA	CA 1 400 M²
SLÄNTLUTNING	1:5

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM

NOFAB

HULTS HÖJD

Norconsult

www.Norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD AV	HANDLÄGGARE
1085466	A. DAHLIN	A. DAHLIN, M. OLSSON
DATUM	ANSVARIG	
2025-04-09	A. VÄSTERNÄS	

VA-, DAGVATTEN OCH SKYFALLSUTREDNING
FÖRDJUPAT UTFORMNINGSFÖRSLAG
DAGVATTENSYSTEM
LEDNINGS- OCH ANLÄGGNINGSPLAN

SKALA	NUMMER	BET
A1: 1:400 A3: 1:800	R-51-1-203	

Sökväg: N:\108\54\1085466\5 Arbetsmaterial\02 BANA\R-Vägar\R-51-1-203X.dwg
Plottad 2025-04-09 07:55:42
Plottad av: Adam Dahlin